"Renforcement de la Gestion des Pêches dans les pays ACP"

Rapport Technique Final

« DÉVELOPPEMENT DE LA PÉNÉICULTURE FAMILIALE AU CAMEROUN : FORMATION DES JEUNES AQUACULTEURS DE LA RÉGION DE JAPOMA DANS L'ÉLEVAGE FAMILIAL DES CREVETTES. »

PROJET N° CA-3.1-B12b

DANS LE CADRE DES ACTIONS EXTERIEURES DE L'UNION EUROPEENE FINANCEES PAR LE FED

AFRIQUE CENTRALE - CAMEROUN

AOUT 2013

Projet mis en Œuvre par :
Guillaume GAUDIN

Ce projet est financé par l'Union européenne

La présente publication a été élaborée avec l'aide de l'Union européenne. Le contenu de la publication relève de la seule responsabilité de Gaudin Guillaume et ne peut aucunement être considérée comme reflétant le point de vue de l'Union européenne

« Le contenu de ce document ne reflète pas nécessairement le point de vue des gouvernements concernés »

SOMMAIRE

Liste des Tableaux et Figures---------- 2
Remerciements ---------- 3
Résumé---------- 4

Contenu

1. Présentation du document..... 5
2. Informations générales 5
2.1 Objectifs..... 5
2.2 Contexte générale 5
3. Approche de la mission 7
3.1 Préparation des activités..... 7
3.2 Sélection des participants 8
4. Organisation et Méthodologie 8
4.1 Chronogramme..... 8
4.2 Déroulement et détails de la mission..... 9
4.2.1 Revue documentaire..... 9
4.2.2 Visites de sites potentiels pour l'élevage de crevettes..... 9
4.2.3 Formation technique à Kribi (Manuel en **Annexe 1**) 12
5. Résultats 13
6. Conclusions et Recommandations 14

ANNEXE 1 : Manuel de production pour l'élevage de crevettes au Cameroun **p15**
ANNEXE 2 : Bibliographie **p51**
ANNEXE 3 : Liste des personnes présentes à l'atelier de validation **p52**
ANNEXE 4 : Termes De Référence **p53**

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Liste des Tableaux et Figures

Tableau I: Liste des participants à la formation élevage de crevettes à Kribi. p7
Tableau II : Chronogramme p7

Annexe I
Tableau I : Principaux stades, alimentation et comportement des pénéides. p23
Tableau II : Description des stades Zoea p24
Tableau III : Conditions thermiques et précipitation à Kribi-Cameroun (source : climatedata.eu). p29
Tableau IV : Les différents systèmes d'élevage de crevettes. p33
Tableau V : Devis estimatif bassin en béton/planche 27m² p35
Tableau VI : Investissements pour une ferme produisant 4 tonnes/an (CFA). p36
Tableau VII: Les paramètres de l'eau à contrôler en élevage. p38
Tableau VIII : Taux indicatif du renouvellement d'eau par jour en fonction de la biomasse. p42
Tableau IX : Table d'alimentation indicative. p49

Figure 1: Photos des sites du fleuve Dibamba, Pont Axe Lourd Douala-Edéa (**A**) ; Coupe sauvage de Mangrove (**B**); Mangrove à conserver (**C**). p8
Figure 2 : Zone de Japoma. p9
Figure 3: Zone aménageable berges du Wouri (**A**), Zone urbaine construite sur l'eau du fleuve Wouri (**B**). p9
Figure 4 : Berge de la Sanaga à Lom Edéa. p10
Figure 5 : Visite des cages à la Lobé-Kribi. p10
Figure 6: Suivi des bases théoriques. p11
Figure 7 : Etude des paramètres de l'eau. p12

Annexe I
Figure 1 : Cycle biologique des crevettes Pénéides. p15
Figure 2 : Crustacé. Les différentes parties du corps (tagmes) et leurs appendices (Auguste Le Roux, 2008). P17
Figure 3 : Morphologie du tractus digestif des crevettes. p17
Figure 4 : Stade maturation ovarienne des crevettes. p18
Figure 5 : Structure externe du système reproductif. P19
Figure 6 : Organes du système reproductif mâles. P20
Figure 7 : Les deux positions pour l'accouplement de *Penaeus monodon* p20
Figure 8 : Cycle de vie naturel des crevettes pénéides. p22
Figure 9 : Stades Nauplii (A-Nauplii I, B-Nauplii V) p23
Figure 10 : Les stades Zoea p24
Figure 11 : Stades Mysis p25
Figure 12 : Post Larve p26
Figure 13: Interaction entre la pluviométrie et la salinité en région tropicale (Boyd, 1990). P30
Figure 14 : Représentation schématique de la disposition de fermes intensives. P33
Figure 15: Ferme intensive industrielle au Pérou (A) et à échelle familiale en Equateur (B). p33
Figure 16: Bassin de pré-grossissement 35 m^3 couvert en construction mixte au Cameroun. P34
Figure 17: Exemple de piscine intensive de production de crevettes au Viet Nam. P34
Figure 18: Pompe de type piscine LOWARA 20m^3/h (source : AQUASOL) p36
Figure 19: Aérateur à pâle ou « paddle wheel ». p37
Figure 20: Cycle de l'azote dans les bassins de crevettes. p38
Figure 21: La dépendance du pH au pourcentage du carbone inorganique (CO_2), et le pourcentage de l'azote ammoniacal (NH_3) à 25°C. p39
Figure 22: Acclimatation des larves à 24°C avec des sacs de glace dans 800 litres. P40
Figure 23: Croissance référence de la crevette P. vannamei. P40
Figure 24: Installation des bassins et distribution de l'eau. p41
Figure 25: Culture intensive de bactéries probiotiques en bouillon nutritif. P42

Ce projet est financé par l'Union européenne Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Remerciements

Je tiens à remercier tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce projet pour la formation de jeunes pionniers en élevage de crevettes au Cameroun.

Je tiens à remercier l'ensemble du programme ACP Fish II, plus particulièrement le responsable de l'Unité de Coordination à Bruxelles Mr Gustavo Miranda et l'ensemble de ses collaborateurs pour leur confiance dans ce travail ;

Je remercie Dr Oumarou Njifonjou, coordinateur du programme ACP Fish II pour la région d'Afrique Centrale pour son soutien au cours de la réalisation de cette formation.

Je remercie les autorités du Ministère de l'Elevage, de la Pêche et de l'Aquaculture, la Société AQUASOL SA et l'ensemble de ses partenaires, ainsi que l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement au Cameroun pour leurs appuis et encouragements,

Je remercie particulièrement Dr Bouba Samuel (MINEPIA Yaoundé), Point focal de ce projet; S.M. Salomon Madiba Songué, Chef Supérieur de Japoma - Canton Bakoko et Président d'AQUASOL SA ; Dr Onana Joseph, Chef du Centre Spécialisé de Recherche sur les Ecosystèmes Marins, pour leur accompagnement dans cette mission et l'ensemble de nos échanges pour l'élaboration de ce document.

Je remercie l'ensemble des Chefs traditionnels côtiers rencontrés au cours de nos visites de terrains pour nos échanges enrichissants ainsi que leurs contributions à la sélection des participants à la formation ;

Enfin, je remercie les futurs jeunes pionniers en élevage de crevettes participants à cette formation pour leur motivation, leur attention et l'ensemble de nos échanges pour développer la crevetticulture au Cameroun.

Résumé

Le partenariat AQUASOL SA-IRAD au Cameroun a mis en place une structure pilote pour la production de crevettes marine natives. Des premières productions de Post larves de crevettes *P. notialis* et *P. kerathurus* ont permis des premiers essais de grossissement. Dans l'optique de la vulgarisation de l'activité dans les communautés côtières, ce projet a visé à la visite de sites de production potentiels et la sélection de 10 participants pour une formation théorique et pratique à Kribi sur le site expérimental. Les résultats ont montré de nombreuses possibilités pour l'installation de futures fermes et une bonne participation lors de la formation. Un manuel de production a permis un apprentissage des connaissances sur la biologie et la production de crevettes. Ce projet constitue une première phase de vulgarisation et devra être poursuivi pour la création d'unités familiales de pénéiculture pilote au Cameroun.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

1. Présentation du document

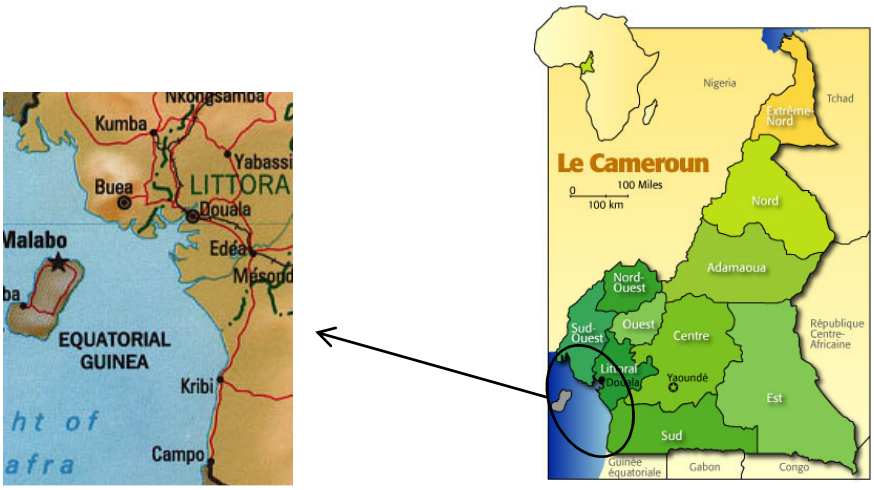
Ce document reprend les objectifs de formation de ce projet ACP Fish II ainsi que le contexte de l'élevage de crevette crevettes dans le monde, sur le continent Africain puis au Cameroun. Nous décrirons la méthodologie et les résultats de la formation de base de 10 jeunes pionniers pour l'élevage des crevettes en zones côtière au Cameroun. En **Annexe**, nous retrouvons le Manuel Technique pour l'élevage de Crevettes au Cameroun ainsi que les Termes de Références (TDR).

2. Informations générales

2.1 Objectifs

L'objectif général de ce projet est la vulgarisation de l'élevage de crevettes au Cameroun. Plus précisément, il s'agit d'apporter une formation théorique et pratique des bases en crevetticulture pour des jeunes pionniers en aquaculture de la région de Japoma (Douala), principale zone estuarienne comme le montre la figure ci-dessous.

Carte de localisation :



Les objectifs spécifiques de ce projet sont les suivants :

- Elaborer un manuel de production pour le grossissement de crevettes adapté au Cameroun,
- Identifier 10 jeunes pionniers pour la pénéiculture dans la région de Japoma-Douala,
- Faire un programme de formation à Kribi sur la structure IRAD-AQUASOL,
- Visiter les sites potentiels de production dont sont issus les 10 participants à la formation.

2.2 Contexte général

L'élevage de crevettes marines est principalement basé sur l'élevage des espèces appartenant au genre **Penaeus**. Cet élevage est appelé « crevetticulture » ou bien « pénéiculture ». La production commerciale a débuté au cours des années 1970, encouragée par une forte demande des pays d'Europe Occidentale, des Etats Unies et du Japon. 3,4 MT de crevettes sont produites en élevage dans le monde soit 7,9% de la production aquacole mondiale et 12,8% en terme de valeur sur le marché. L'Asie est à ce jour la première Région productrice à 80% avec en tête la Chine et la Thaïlande. Le Brésil et l'Equateur sont les deux pays premiers producteurs en Amérique.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

La domestication de l'espèce *P. vannamei* originaire d'Amérique du Sud a permis une forte intensification des systèmes de production. Cette espèce introduite en Asie représente 80% de la culture de crevette contre 20% environ pour l'espèce asiatique d'origine *P. monodon.* D'autres espèces telles que *P. indicus* en Indes, *P. chinensis* en Chine, *P. stylirostris* en Nouvelle Calédonie et *P. japonicus* au Japon en en zone Méditerranéenne sont élevées en proportion plus faibles. En forte monoculture, l'élevage de crevette a subi de nombreuses épidémies virales au cours des deux dernières décennies amplifiées par l'introduction de *P. vannamei* en Asie. Egalement, la crevetticulture a souvent été la cause de la réduction de la surface en mangroves, l'enrichissement de l'eau sur les côtes en nutriments provoquant des phénomènes d'eutrophisation ou bien de pollution organique lors de la vidange de bassins, la salinisation des sols, l'introduction d'espèces indigènes et l'utilisation d'antibiotiques. De plus, l'installation de fermes sur de grandes surfaces a provoqué un impact social important pour les populations locales contraintes de vendre leur terre, la salinisation du sol limitant l'agriculture (Primavera, 1993 ; Brummett, 2008).

La production africaine se limite principalement à Madagascar et Mozambique avec des importantes fermes semi-intensives de P. monodon. L'Afrique de l'Ouest et Centrale est à présent absente de ce développement malgré plusieurs potentialités, des conditions climatiques et hydrologiques favorables dans de nombreuses zones (estuaires, lagunes…). Marquée récemment par la perte totale de la production de crevettes au Mozambique causée par l'épidémie du WSSV sur l'espèce asiatique *Penaeus monodon*, la mariculture en Afrique doit tenir compte de l'ensemble des expériences tant positives que négatives connues ailleurs.

Au Cameroun est initiée la domestication des espèces natives de crevettes pour le développement de petites fermes familiales intensives et respectueuses de l'environnement. Historiquement, l'introduction de l'élevage de crevettes au Cameroun s'est faite à travers l'entreprise AQUASOL SA (Aquaculture et Solidarité), et résulte de la conjonction de motivation de trois origines. La première émane du Chef supérieur Bakoko, Sa Majesté Salomon MADIBA SONGUE qui, depuis une dizaine d'années explorait les possibilités de développement d'activités aquacoles pour les communautés côtières traditionnellement associées au milieu aquatique. La deuxième émane de l'Association française « Bleu Cameroun » soucieuse du développement au Cameroun d'activités génératrices de revenus pour les communautés en tant que stratégie de lutte contre la pauvreté, et subséquemment d'enrayement du processus d'émigration des campagnes vers les cités. La troisième émane des scientifiques de VIGE International SARL (France) et Concepto Azul SA (Equateur) qui sont spécialistes de biotechnologies appliquées à l'aquaculture.

AQUASOL SA a débuté concrètement ses activités en 2009 dans un centre pilote de production à 10 km de Kribi avec la collecte de reproducteurs sauvages et l'obtention de première pontes de gambas natives de Kribi et Limbé. En parallèle, une équipe technique et scientifique camerounaise a été formée pour assurer la maîtrise du cycle biologique en captivité. Dès la fin de la première année de travaux, l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) a rejoint AQUASOL SA à travers un partenariat accordant l'accès à un édifice construit à Kribi en bordure de mer favorable à l'installation de l'écloserie. Des premiers résultats très encourageants ont traduit la faisabilité de la production de Post larves de *Penaeus notialis* et *Penaeus kerathurus*. Des expérimentations de grossissement sont en cours pour l'adaptation des crevettes à l'élevage, la mise au point d'un aliment local, l'étude de la croissance et la sélection de reproducteurs en bassins.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Le programme ACP Fish II s'est impliqué dans le développement de l'élevage de crevettes au Cameroun à travers la réalisation de plusieurs projets :

- « **Structuration des moyens intra- institutionnels (privés et publics) et des relations inter-institutionnelles aux niveaux national et international dans la filière crevetticole au Cameroun** » PROJET N° CU/PE1/GB/10/005 réalisé en Mai 2011 ;

- « **Projet de développement de la pénéiculture communautaire a l'IRAD-AQUASOL SA au Cameroun : vulgarisation des résultats** » PROJET N° CA-3.1-A4 réalisé en Mars 2012.

Le premier projet a permis de mettre en évidence les contraintes du développement de cette filière au Cameroun et proposer un plan pour les parties prenantes : MINEPIA, IRAD, AQUASOL et l'ISH (Institut des Sciences Halieutiques). Le second a permis de vulgariser les premiers résultats de recherche pour l'équipe technique et scientifique IRAD-AQUASOL SA. Le présent projet s'inscrit totalement dans cette continuité pour la formation de futurs aquaculteurs ciblés dans les zones propice au grossissement de crevettes.

Cette formation s'inscrit donc totalement en préparation des prochaines phases de développement du projet global de vulgarisation de la crevetticulture.

3. Approche de la mission

3.1 Préparation des activités

Le présent projet a fait l'objet d'une première concertation des parties prenantes au cours du mois de juillet :

- Dr Samuel BOUBA, Point Focal du présent projet, Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries Animales (**MINEPIA)** à Yaoundé.
- Dr Joseph ONANA, Chef du Centre Spécialisé de Recherche sur les Ecosystèmes Marins (**CERECOMA-IRAD)** à Kribi**.**
- S.M. Salomon MADIBA SONGUE, Président du Conseil d'Administration **AQUASOL SA**,
- L'Expert Principal, Mr Guillaume GAUDIN, Consultant en Pénéiculture.

La décision a été prise de réaliser les premières actions à partir du 5 Août 2013. Une réunion de planification s'est déroulée à Douala ce jour avec S.M. Salomon MADIBA SONGUE, Chef Supérieur du canton Bakoko regroupant les différents villages côtiers dont Japoma. A cette occasion, différents Chefs de Villages ou Quartiers ont été contactés pour l'identification des sites à visiter potentiellement disponible pour l'installation de fermes pilotes de crevettes en bordure de fleuve, ainsi que la sélection d'un jeune localement familier avec le milieu aquatique et motiver par l'aquaculture.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

3.2 Sélection des participants

Les participants ont été sélectionnés selon deux critères principaux :

- Leur proximité avec les zones ciblées pour l'élevage de crevettes,
- La familiarité avec le milieu aquatique,

Les Chefferies Traditionnelles ont été directement impliquées pour le choix des participants afin d'identifier des jeunes motivés.

Tableau I: Liste des participants à la formation élevage de crevettes à Kribi.

NOM	PRENOM	NIVEAU DE FORMATION	VILLAGE COTIER	CONTACT
MPONDO LEMBE	Simon Hector	Probatoire (1ère)	NDOG-BONG	96 19 16 99
NICAKE	Jacques-Isaac	1ère D, Certificat en Chaudronnerie	AKWA NORD-DOUALA	99 85 89 50
BOBOUAM	Didier	CEP	KRIBI	94 94 66 98
PEH	Célestin	CEP	EDEA	55 08 20 38
NDJE	Aubin	CAP	JAPOMA	74 54 04 03
EYOMBWAN	Bruno	BAC	BONABERI	79 17 11 69
MAWEL	Janvier	CEP	PONT DIBAMBA	55 81 20 55
NDOUMBE	Aristide	Probatoire C	BONAMOUSSADI	96 32 30 28
SONGUE NDOKAT	Ferdinand	CAP	JAPOMA	97 38 16 10
SOCKE	Roger	Bac+2	MBANGA BAKOKO	99 47 83 01

4. Organisation et Méthodologie

4.1 Chronogramme

Tableau II : Chronogramme

Description	Nombre de jour	Dates
Rédaction du manuel de production et revu documentaire	3	1er au 3 Aout 2013
Réunion de Coordination à Douala	1	5 Août 2013
Visite des sites et rencontre avec les participants à la formation	2	6 et 7 Août 2013
Voyage et Formation à Kribi	6	8 au 13 Août 2013
Atelier de validation du document	1	14 Août 2013

Ce chronogramme a été validé par l'ensemble des parties prenantes.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

4.2 Déroulement et détails de la mission

4.2.1 Revue documentaire

L'expert principal a effectué une revue documentaire pour la réalisation du manuel de production pour le grossissement de crevettes. Conscient des erreurs environnementales et sociales connues en élevage de crevettes (destruction des mangroves, utilisation d'antibiotiques, pollution des sols, etc.), il s'agit de développer un modèle intensif sur des petites surfaces de production avec un contrôle de la qualité et du renouvellement de l'eau, de l'alimentation et de l'oxygénation. Plusieurs manuels existent en crevetticulture mais souvent plus adaptés à des fermes de types industriels ou semi industriels extensive à intensive avec des bassins de minimum 1000 m². Un modèle familiale d'élevage de crevettes doit s'adapter à des surfaces plus réduites avec des bassins de 100 à 500 m², l'accès au foncier étant limité et pour favoriser le maximum de petites exploitations et la création d'emplois permanents. C'est ainsi que le manuel décrit en **Annexe 1** est une adaptation de l'expérience développée au Cameroun et pouvant être repris dans les différents pays d'Afrique Centrale.

4.2.2 Visites de sites potentiels pour l'élevage de crevettes

Il est essentiel de précisé que l'ensemble des sites ont été visités en grande saison des pluies ce qui a permis de vérifier les terrains non inondés en cette période ainsi que les difficultés d'accès.

Sites Japoma - Dibamba

A **B** **C**

Figure 1: Photos des sites du fleuve Dibamba, Pont Axe Lourd Douala-Edéa (**A**) ; Coupe sauvage de Mangrove (**B**); Mangrove à conserver (**C**).

Le fleuve Dibamba (Figure 1) est un affluent du Wouri bénéficiant également des remontés salines de la mer. Le Cameroun est marqué par une saison de fortes pluies en Août-Septembre, le gradient de salinité varie au cours de l'année. Au niveau du pont de l'axe routier Douala-Edéa, le fleuve est à environ 15 km de la mer avec des salinités de 20 ppt en saison sèche en marée montante. Les berges du fleuve comportent une légère mangrove dans la zone d'amplitude de la marée basse et haute (Figure 1.**C**). Certaines ont déjà été coupées pour l'utilisation de bois de chauffage ou autres (Figure 1.**B**). Pour l'élevage de crevettes et la construction de bassins des espaces importants sont disponibles à l'arrière de cette mangrove en zone non inondable. Un avantage notoire réside dans l'accès proche à l'électricité et à l'ensemble des avantages de l'agglomération de Douala pour la fourniture en intrants ainsi que la proximité des centres de commercialisation pour la vente des produits.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

A

B **Figure 2 :** Zone de Japoma.

Japoma et plus précisément la zone de l'adduction d'eau pour la ville près de la Chefferie Supérieure sont également des espaces de même nature plus en amont sur le fleuve (**Figure 2A**). Cependant, le relief de la berge abrupte par endroit sera à étudier plus précisément en topographie pour choisir les sites comportant une zone relativement plane et pas trop surélevée (<10m) pour les besoins de pompage de l'eau dans les bassins (**Figure 2B**).

Site Bonabéri - Wouri

A

B

Figure 3: Zone aménageable berges du Wouri (**A**), Zone urbaine construite sur l'eau du fleuve Wouri (**B**).

La zone de Bonabérie est très urbanisée. Beaucoup de personnes sont venu s'installées aux abords du fleuve Wouri allant même à faire un remblai pour construire illégalement en zone marécageuse (**Figure 3B**). Ces zones sont assez insalubres et la pression de la population est intense. Cependant, il existe des espaces encore disponibles pour la création d'une unité pilote hors sol (**Figure 3A**).
Le fleuve Wouri se jette directement dans la mer à Douala, nous pouvons noter d'importants villages de pêcheurs de différentes nationalités à bord ou bien sur des îlots. La zone est également saline, nous rencontrons l'espèce de crevette tigrée géante *Penaeus monodon* relativement dominante suite à son introduction en Afrique de l'Ouest. Il est assez difficile en saison pluvieuse d'avoir accès aux berges du Wouri, la pirogue restant le moyen de transport très employé.

Site Lom Edéa - Sanaga

La Sanaga est le fleuve le plus long au Cameroun. Nous le traversons à Edéa, où se trouve également un barrage hydro-électrique pouvant bloquer les espèces migratrices. Culturellement, Edéa est une zone de pêche des crevettes d'eau douces. En effet, le fleuve à Edéa est à plus de 30 km de la mer et les eaux ne sont pas salées. Cela porte notre intérêt sur les espèces de crevettes d'eau douce tel que *Macrobrachium vollenhovenii* dont l'élevage est aussi en cours d'expérimentation au centre IRAD-AQUASOL ainsi que dans le fleuve Lobé à Kribi. Les berges de ce fleuve sont encore très sauvages et de nombreux site sont disponibles pour l'installation de bassins (**Figure 4**). Les zones salines du fleuve sont prisées (village Yoyo) par des investisseurs étrangers.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Une étude approfondie devra permettre de définir précisément la limite de l'entrée d'eau saline dans le fleuve pour identifier d'autres sites d'élevage de crevettes marines.

Figure 4 : Berge de la Sanaga à Lom Edéa.

Site Kribi – Lobé/Mer

Kribi est une zone très touristique avec un fort développement programmé avec la construction du port en eau profonde par exemple. Les espaces en bordure de mer sont très prisés. Cependant, des zones tels que Campo avec l'embouchure du fleuve Ntem au sud et les zones des petits fleuves Lokoundjé et Nyon au Nord de Kribi sont encore à explorer car non accessibles par des pistes et non électrifiés. Zone la plus saline, il s'agit à Kribi de l'emplacement de l'écloserie de crevettes marines et saumâtres, l'éclosion des œufs nécessitant une forte salinité de 25 ppt minimum.

La visite des cages de production en eau douce dans le fleuve Lobé de crevettes *M. vollenhovenii* issus de juvéniles capturés dans le milieu naturel et grossis en cage pour une revente à meilleur prix a montré une autre solution de développement (**Figure 5**). En effet, la production en cages flottantes directement dans le lit des fleuves est alternative à la construction de bassins dans les zones denses. L'avantage est de bénéficier d'un renouvellement d'eau permanent et gratuit autorisant des densités élevées sans apport complémentaire en oxygène. Les inconvénients résident par la surveillance et la protection des structures parfois difficiles occasionnant des vols, les contraintes de prédations ou de compétitions dans l'élevage, la présence de loutres pouvant couper les filets.

A **B** **C**

Figure 5 : Visite des cages à la Lobé-Kribi.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

4.2.3 Formation technique à Kribi (Manuel en **Annexe 1**)

Figure 6: Suivi des bases théoriques.

La formation théorique et pratique s'est déroulée pendant 6 jours à Kribi dans les locaux d'IRAD-AQUASOL (**Figure 6**). Cette formation a compris l'étude et la lecture du manuel de production réalisé à l'occasion de ce projet ainsi que l'observation de l'ensemble des réalisations disponibles sur le site de l'écloserie. En interaction directe, cette formation a permis d'avoir un échange très formateur abordant les contraintes rencontrées sur le terrain. Le programme s'est déroulé comme suit :

Introduction à l'élevage de crevettes
Afin de comprendre le contexte général et les différentes périodes propres à l'élevage de crevettes, une introduction a permis de cerner les différentes problématiques et solutions de l'élevage de crevettes dans le monde. Nous avons pu observer l'origine de l'élevage de crevettes à travers des bassins extensif approvisionnés en post larves du milieu naturel, l'industrialisation de cette forme d'élevage sur de très grands espaces pour répondre à la demande du marché détruisant la mangrove, le passage au semi intensif avec la production de larves en écloserie et le développement de l'alimentation puis l'intensif totalement contrôlé sur des bassins de tailles réduites. Les premiers travaux au Cameroun ont été exposés.

Un rappel de la biologie des espèces Pénéides a été nécessaire pour apporter les connaissances sur le fonctionnement et les besoins des crevettes. Cette partie a concerné les thèmes suivants :

- Morphologie externe et interne,
- La reproduction,
- Le cycle de vie et leurs stades de développement,
- Le cycle de mue,
- L'osmorégulation.

Critères de choix pour un site d'élevage de crevettes
Au cours de cette partie, nous avons étudié les différentes contraintes environnementales climatiques, l'approvisionnement en eau et les différentes mesures logistiques nécessaire à la mise en place d'une structure intensive. Les différents paramètres physico – chimiques de l'eau ont été abordés en précisant les conditions optimales. Nous avons pu directement faire le lien avec les visites sur le terrain, leur topographie et bathymétrie.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Mise en place d'une ferme intensive

La mise en place d'une ferme intensive a comporté l'étude de la construction des bassins avec les matériaux disponibles localement et leurs coûts. Pour des bassins jusqu'à 100m3 des solutions hors sol ont été décrites, pour des bassins de plus grandes dimensions la méthode de « déblais-remblais » est plus adaptée. La disposition des bassins a permis de préciser les aspects propres au terrain disponible et le cycle de production avec deux phases : pré-grossissement et grossissement. Le management de la qualité de l'eau, le renouvellement de l'eau et la fertilisation des bassins ont été décrites.

Figure 7 : Etude des paramètres de l'eau.

L'alimentation

L'alimentation est un facteur déterminant en élevage intensif car il représente 50% des coûts de production. La mise au point d'un aliment local est en cours de perfectionnement sur la structure IRAD-AQUASOL. L'aliment local doit préalablement être testé pour s'assurer des performances de croissance ainsi que des moyens à mettre en œuvre pour une production durable disponible aux éleveurs. La confection d'aliment artisanal sur les sites même de production a souvent été limitée par des qualités aléatoires des produits de base (farine de poisson, tourteau de maïs…), le conditionnement et le processus de fabrication par pressage. Il s'agit à ce jour de fabriquer et conditionner un aliment extrudé certifié pour ses valeurs nutritionnelles et sa stabilité dans l'eau. De même que la production de Post Larves en écloserie est essentielle, la production d'aliment de bonnes qualités est indispensable.

Ainsi, notre formation s'est basée sur les critères de choix d'un aliment, les besoins nutritionnelles des crevettes et les ressources disponibles localement. Un aliment commercial a été présenté ainsi qu'un aliment artisanal. Les méthodes de distribution de l'aliment ont été évoquées pour une meilleure répartition de l'aliment dans les bassins.

5. Résultats

Les résultats saillants de ce projet sont les suivants :

- Identification de jeunes pionniers pour l'élevage de crevettes et de sites potentiels pour leur installation,
- Réalisation d'un manuel pour la mise en place des structures d'élevage des crevettes,
- Formation des 10 aquaculteurs aux techniques d'élevage de crevettes,
- Diffusion de l'information dans les Chefferies Traditionnelles concernées.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

6. Conclusions et Recommandations

Le présent projet a permis de franchir une première étape déterminante dans la vulgarisation de l'élevage de crevettes au Cameroun. La maîtrise de l'élevage des crevettes natives nécessite encore d'être optimisé pour assurer un approvisionnement durable en Post Larves et en aliment de qualité.

La visite des sites a montré largement le potentiel existant au Cameroun pour l'installation de nombreuses fermes familiales. Ces futures fermes seront d'autant plus durables qu'elles respecteront les contraintes environnementales dans un système intensif contrôlé.

Le manuel d'installation des fermes de crevettes va permettre d'avoir une base pour la réalisation des unités pilotes de production. Ce manuel pourra être renforcé avec l'expérience locale au cours de la construction des ouvrages.

Les dix participants à cette formation ont été très réceptifs aux différents aspects abordés au cours de l'enseignement théorique et pratique. Nous pouvons recommander à ces jeunes de rester en contact avec les responsables du projet et éventuellement de compléter leur formation au cours de l'évolution du projet.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

ANNEXE 1

MANUEL DE PRODUCTION POUR L'ELEVAGE DE CREVETTES AU CAMEROUN

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

1. Introduction

Les pratiques d'élevage de crevettes ont beaucoup évolué au cours de son développement dans le monde. En grande partie représentée par deux espèces *P. vannamei* et *P. monodon*, les systèmes de production se sont progressivement intensifiés. En effet, les premiers élevages artisanaux en étangs étaient de type extensif avec une alimentation basée sur la productivité naturelle des eaux provenant de mangroves et un ensemencement en larves capturées dans le milieu naturel. Face à une forte demande, l'élevage commerciale s'est rapidement développé dans les régions tropicales et subtropicales à partir des années 1970, tourné vers l'exportation dans les pays occidentaux. Afin d'obtenir des productions importantes, de très grandes fermes extensives sont apparues provoquant la destruction de grandes surfaces de mangroves. Les progrès technologiques ont permis l'intensification des méthodes d'élevage pour réduire les surfaces d'exploitations nécessaire en augmentant les densités d'animaux, passant à des systèmes semi-intensif (10 à 20 crevette/m²) avec un apport en aliment artificiel et intensif (50 à 100 crevettes/m²) par l'aération de l'eau d'élevage puis l'accès à des géo membranes « liner » facilitant la rotation, l'entretien des bassins et limitant les impacts négatifs sur les sols. A partir du milieu des années 1980, les ressources en Post-larves naturelles se raréfient, encourageant la mise en place de structures écloseries capables de produire des larves à partir de l'œuf et achever l'élevage de crevettes adultes pour la maturation. A ce jour, plus de 50 pays possèdent des exploitations de production de crevettes.

L'élevage de crevette permet le contrôle complet du cycle biologique des espèces *Penaeus spp* (**Figure 1**). Les premiers objectifs sont l'intensification des systèmes de production, une homogénéité des lots de crevettes et un meilleur contrôle de la prédation. L'écloserie assure la production de Nauplii ou de Post Larves. La nutrition des larves est assurée à partir de Zoé par des cultures d'algues Diatomées, la production de Nauplii d'artémia et des aliments artificiels riches en protéines sous forme de farines. Le grossissement est une phase de trois à six mois selon la taille commerciale recherché entre 15 à 25g. Les fermes de crevettes utilisent un cycle de production en une ou deux phases. Dans le système comportant deux phases, les fermes élèvent les Post Larves provenant de l'écloserie en bassins de nurserie pendant 3 à 4 semaines à haute densité avant de transférer les juvéniles de 1 à 2g en bassins de grossissement. Ce processus permet une rotation plus rapide des structures, un nombre de cycle plus important optimisant les rendements par surface de production par an.

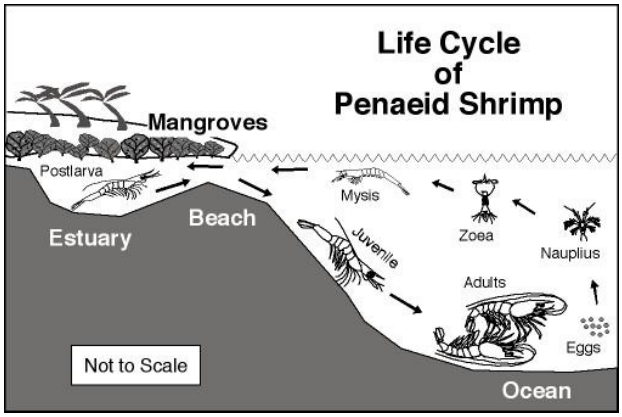


Figure 1 : Cycle biologique des crevettes Pénéides.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Avec l'apparition des maladies virales (YHV, TSV, WSSV, BP, IHHN…) se transmettant verticalement, c'est-à-dire des reproducteurs aux larves, les écloseries ont un rôle très important pour la prévention de ces pathologies. A ce jour, les diagnostics moléculaires utilisant les biotechnologies tel que la P.C.R. (Polymérase Chaine Reaction) déterminent et éliminent très précisément les reproducteurs infectés pour la production de larves certifiées libres de pathogènes spécifiques (SPF). De plus, la sélection de souches de crevettes résistantes aux maladies a permis l'amélioration génétique des espèces.

Au Cameroun, la domestication des espèces natives *P. notialis* et *P. kerathurus* doit tenir compte de l'ensemble de ces problématiques. Une écloserie est en cours d'optimisation par l'équipe de recherche IRAD-AQUASOL-CONCEPTO AZUL afin d'assurer l'approvisionnement régulier en Post Larves, en aliment et développer les programmes de recherche pour la prévention des maladies, l'alimentation biologique et la culture de bactéries probiotiques.

Ainsi, ce manuel de vulgarisation se basera sur la mise en place de petites structures intensives respectueuses de l'environnement pouvant facilement être appropriées par les communautés locales côtières ou des petits entrepreneurs locaux, permettant un travail permanent et limitant l'apparition de grandes fermes extensives.

1 Rappel biologique des crevettes pénéides.

1.1 Taxonomie

La taxonomie est la science qui a pour objet de décrire les organismes vivants et de les regrouper en entités appelées taxons afin de les identifier puis les nommer, et enfin les classer. Elle complète la systématique qui est la science qui organise le classement.

Taxonomie des crevettes pénéides :

- *Embranchement*: **Arthropoda**
- *Sous Embranchement*: **Crustacea**
- *Classe*: **Malacostracae**
- *Sous Classe*: **Eumalacostracae**
- *Super ordre*: **Eucaridae**
- *Ordre*: **Decapoda**
- *Sous Ordre*: **Natantia**
- *Super famille*: **Penaeoidea**
- *Famille*: **Penaeidae**
- *Genre*: ***Penaeus***
- *Espèce*: ***notialis, kerathurus, vannamei, monodon, japonicus, indicus, merguiensis, chinensis***

1.2 Morphologie externe

Les Pénéides possèdent un corps allongé, latéralement compressé, avec un développement important de l'abdomen adapté pour la nage. Chaque segment est enfermé par un tégument dorsal et un sternum ventral.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

La tête (5 segments) et le thorax (8 segments) sont fusionnés à l'intérieur d'un céphalothorax complètement recouvert par une carapace. L'abdomen est formé de six segments, les cinq premiers portent une paire de pléopodes, le dernier segment abdominal une paire d'uropodes (**Figure 2**).

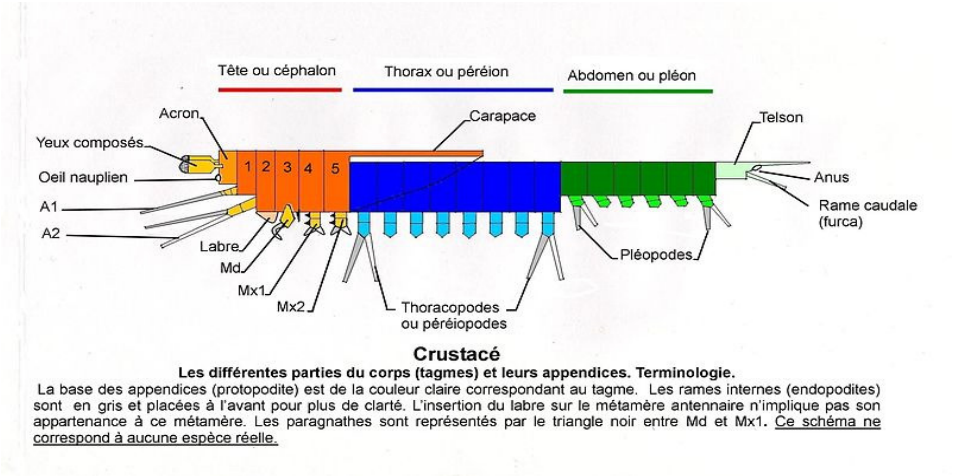
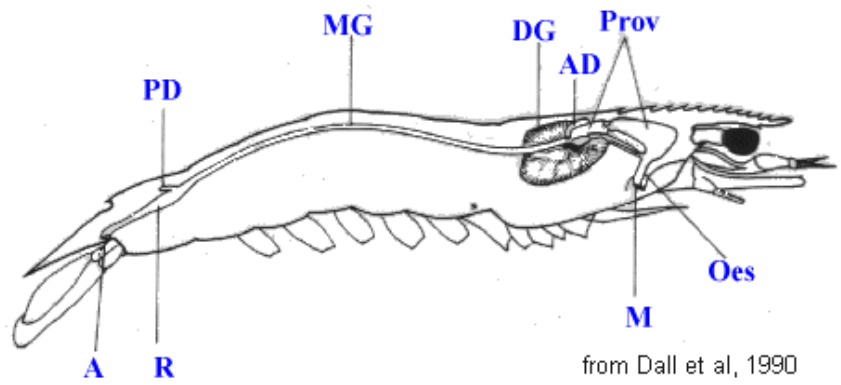

Tête ou céphalon
Thorax ou péréion
Abdomen ou pléon
Acron
Carapace
Telson
Yeux composés
Oeil nauplien
A1
A2
1 2 3 4 5
Anus
Rame caudale (furca)
Labre
Md
Mx1
Mx2
Pléopodes
Thoracopodes ou péréiopodes
Crustacé
Les différentes parties du corps (tagmes) et leurs appendices. Terminologie.
La base des appendices (protopodite) est de la couleur claire correspondant au tagme. Les rames internes (endopodites) sont en gris et placées à l'avant pour plus de clarté. L'insertion du labre sur le métamère antennaire n'implique pas son appartenance à ce métamère. Les paragnathes sont représentés par le triangle noir entre Md et Mx1. Ce schéma ne correspond à aucune espèce réelle.

Figure 2 : Crustacé. Les différentes parties du corps (tagmes) et leurs appendices (Auguste Le Roux, 2008).

1.3 L'appareil digestif



A-Anus
R-
P.D-
MG-Intestin medium
DG-Glande Digestive
AD-
Prov-
M-Bouche
Oes-Oesophage

Figure 3 : Morphologie du tractus digestif des crevettes.

La morphologie du tractus digestif chez les Pénéides est similaire à la plupart des décapodes. Il est divisé à l'intérieur d'un complexe, un intestin antérieur (foregut), une glande digestive compacte suivie par un long tubulaire jusqu'au rectum. Les principales fonctions de l'intestin sont la sécrétion d'enzyme digestive et l'absorption de nutriments. L'intestin débute dans le céphalothorax sur la face dorsale, parcourt l'abdomen jusqu'au rectum (**Figure 3**).

1.4 La gamétogenèse

1.4.1 Spermatogenèse

La spermatogenèse débute dans la région germinative périphérique des tubules testiculaire, quand la spermatogonie entre en prophase de méiose.

Ce projet est financé par l'Union européenne
Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

La partie proximale des vases déférents est composée d'un épithélium sécréteur et divisée en deux conduits. Le premier contient des blocs des spermatozoïdes, qui sont rendus compacts dans une matrice; le second, plus petit, ne contient pas des spermatozoïdes. La séparation des deux conduits est inachevée en dessous des vases déférents, mais un septum partiel persiste à l'ampoule terminale, où le spermatophore est rendu compact.
Les spermatophores sont libérés en paire, un de chaque côté du système de reproduction. La masse de sperme émerge premièrement, les deux spermatophores sont pressés ensembles pour former un complexe

1.4.2 Ovogenèse

La maturation ovarienne est accompagnée par des changements macroscopiques dans l'ovaire, qui peuvent être estimé sans observation microscopique. Ainsi, le processus a été divisé par des stades correspondant à l'apparence externe des ovaires.

Stade 1. Les lobes ovariens sont translucides et plus petit que le diamètre de l'intestin. Début de formation des ovocytes.
Stage 2. Les lobes ovariens sont opaques et avec un diamètre similaire à l'intestin, les ovocytes augmentent en taille
Stage 3. Les lobes ovariens sont jaunâtres et plus larges en diamètre que l'intestin (sac vitellin s'accumulant dans les ovocytes).
Stage 4. Les lobes ovariens sont profondément pigmentés et occupent la face dorsale du corps, ovocytes matures.
Stage 5. Ovaires passés, lobes flasques, ovules commençant leurs résorptions.

Aux stades 3 et 4, les ovaires sont visibles à travers le tégument de la crevette vivante. La couleur des ovaires s'intensifie au fur et à mesure que l'animal se rapproche de la ponte mais la couleur finale varie selon les espèces. Souvent "vert-olive" la couleur peut aussi être plus proche du gris, légèrement pigmentée jaune orange (**Figure 4**).

Figure 4 : Stade maturation ovarienne des crevettes.

1.5 Mécanisme de la reproduction

Les Pénéides sont dimoïques, les structures externes du système génital sont les majeurs dispositifs dimorphiques. Le male possède deux paires d'appendices abdominaux modifiés sur le premier et le deuxième segment (le **petasma** et l'**appendice masculin**) qui délivrent le sperme au réceptacle externe de la femelle (le **thélycum**) localisé entre les bases de la cinquième paire de péréiopodes. Le petasma, appendice masculin et le thélycum sont localisés sur la **face ventrale** (Bailey-Brock & Moss, 1992), **Figure 4**.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

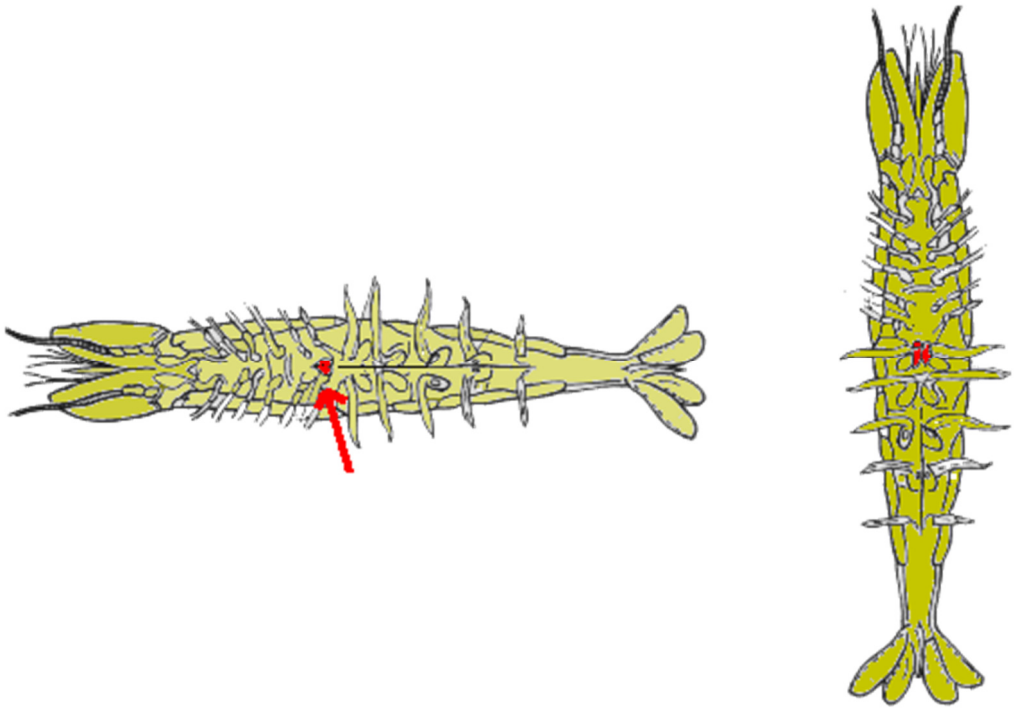


Figure 5 : Structure externe du système reproductif.

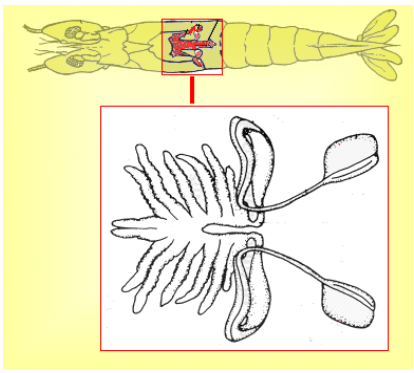
Le petasma est formé par les endopodites de la première paire de pléopodes qui sont modifiées en une structure intermédiaire pour le transfert du spermatophore. Les appendices mâles sont sur les endopodites de la seconde paire de pléopodes et permettent de séparer le petasma en deux parties. Le thélycum peut être ouvert ou fermé selon les espèces. Les crevettes possédant le thélycum « fermé », le spermatophore est placé par le male dans la cannelure lorsque la femelle vient de muer et possède un exosquelette mince. Le spermatophore est conservé pour quelques temps avant de pondre.

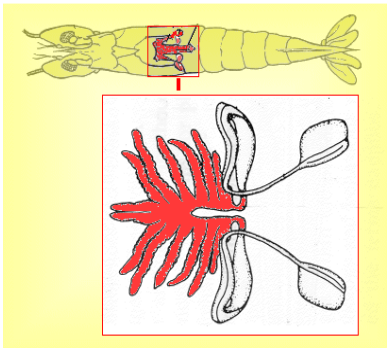
Pour les espèces à thélycum "Ouvert", le spermatophore doit être placé dessus par le mal quand l'exosquelette de la femelle est dur, généralement quelques heures avant la ponte. Les thelyca "Ouvert" se rencontre dans plusieurs espèces de crevettes comme *P. stylirostris* et *P. vannamei*; tandis que les thelyca fermés sont caractéristiques d'espèce asiatique comme *P. monodon*, *P. chinensis*, *P. indicus* et *P. merguiensis* (Bailey-Brock & Moss, 1992). *P. aztecus*, *P. brasiliensis*, *P. californiensis*, *P. duorarum*, *P. esculentus*, *P. indicus*, *P. kerathurus*, *P. latisulcatus*, *P. japonicus*, *P. merguiensis*, *P. monodon*, ***P. notialis***, *P. chinensis* [= orientalis], *P. paulensis*, *P. pencillatus*, *P. plebejus* et *P. semisulcatus*.

Le système reproductif de la femelle inclue des ovaires pairs qui s'étendent de la moitié du thorax jusqu'à l'abdomen postérieur, et l'oviducte est adjacent jusqu'à un unique thélycum. Les organes internes du système reproductif mâle sont constitués d'un vase déférent et d'ampoules terminales pour le stockage du spermatophore.

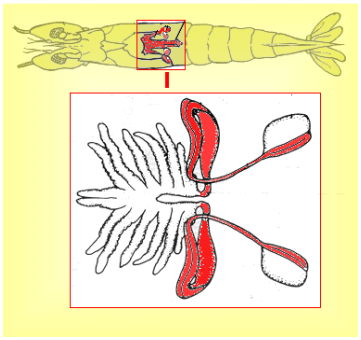
Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

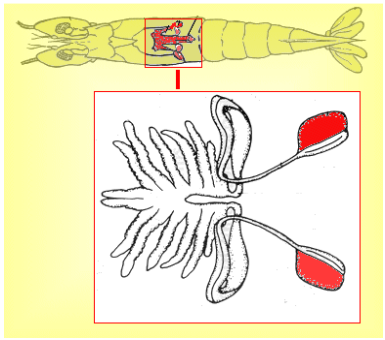




Lobes



Vase déférent



Ampoules Terminales

Figure 6 : Organes du système reproductif mâles.

1.5.1 Fécondité

La fécondité des pénéides est positivement relative à la taille des animaux. La fécondité peut être appréciée par deux voies : le comptage du nombre d'œufs pondus ou le nombre calculer suite à la dissection des ovaires. Cette dernière méthode est moins réelle car la ponte en captivité est souvent incomplète. La fécondité de *P. monodon* est supérieure à 800 000 œufs pour un grand nombre de femelles.

1.5.2 La copulation

Le stade du cycle de mue auquel les femelles s'accouplent diffère selon qu'elles possèdent un thélycum ouvert ou fermé. Les pénéides détenant un thélycum ouvert s'accouplent pendant l'inter mue, suivant la maturation ovarienne. Les espèces avec des thelyca fermés s'accouplent entre l'inter mue des mâles et la récente mue des femelles quand leur cuticule est souple.

Certains pénéides muent généralement la nuit et s'accouplent dans la plupart des espèces à thélycum fermé en période nocturne. Cela est confirmé pour *P. merguiensis, P. japonicus et P. monodon*. *P. vannamei*, espèce à thélycum ouvert, s'accouple la journée.

Dans les premiers temps de la copulation, la femelle *P. japonicus* et *P. monodon* après la mue nage au-dessus des males. Pendant cette période un ou plusieurs males suivent la femelle. Ensuite le male se retourne dessous la femelle qui agrippe sa carapace avec ses péréiopodes tout en continuant à nager.

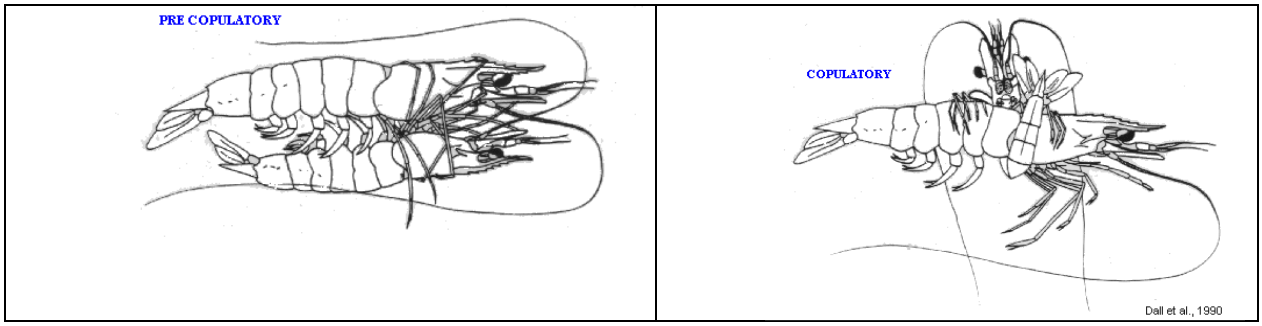


Figure 7 : Les deux positions pour l'accouplement de *Penaeus monodon*

Chez *P. Monodon* et *P. paulensis*, la troisième phase est marquée par le male continuant à tenir sur la femelle mais rapidement tournant perpendiculairement au corps de la femelle (**Figure 7**). Le mâle voûte son corps autour de la femelle, paraît la compresser et simultanément chiquenaude sa tête et le telson ; le transfert du spermatophore probablement a lieu à ce moment. Le mâle ensuite se sépare de la femelle. L'accouplement chez *P. vannamei* est similaire.

1.5.3 La ponte

Pour les espèces à thélycum fermées les spermatophores sont implantés juste après que la femelle ait mué et la ponte se produit quand la cuticule est dure au début de la pré-mue. Au contraire, les espèces à thélycum ouvert, les femelles doivent être copulées moins de trois jours avant la ponte. La ponte a lieu la nuit pour les espèces *P. japonicus*, *P. merguiensis* et *P. monodon*. La ponte chez *P. monodon* est précédée par une activité de nage.

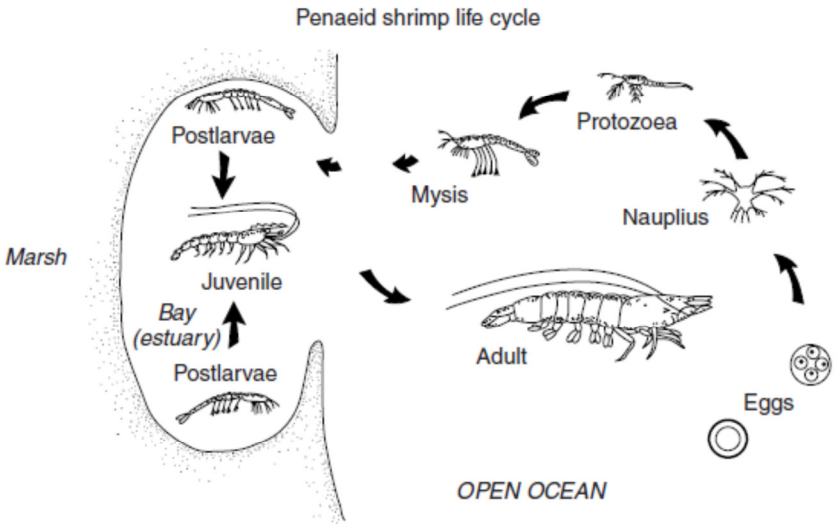
1.5.4 La fécondation des ovocytes

La fécondation des œufs a lieu dans l'espace refermé par le *coxae* de la troisième et quatrième paire de péréiopodes. Les spermatozoïdes libérés par le spermatophore sont accumulés ici. Les œufs seront expulsés et fécondés avant de passer en pleine eau.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

1.6 Cycle de vie naturel



Source : Encyclopedia of aquaculture. (Stickney, 2000)

Figure 8 : Cycle de vie naturel des crevettes pénéides.

Un cycle de vie commun au pénéides a été identifié. Cela traduit une importante étape dans la compréhension des besoins et méthodologies pour obtenir les résultats escomptés en écloserie et grossissement de crevettes. Comme les crevettes adultes migrent en mer ouverte recherchant plus de stabilité des conditions environnementales (salinité plus élevée et température stable) dans l'océan, où ils matures et se reproduisent, les écloseries commerciales miment les conditions naturelles en laboratoire. Les écloseries ont des meilleurs résultats avec une haute salinité et une eau claire, alors que le grossissement s'effectue en zone estuarienne avec de plus faibles salinités (**Figure 8**).

Les post-larves migrent vers la côte dans des eaux moins profondes, de plus faible salinité (zone de mangrove, estuaires, lagunes), riches en matières organiques jusqu'à la taille adulte. Ensuite, les adultes migrent en mer ouverte pour se reproduire.

Le cycle de vie des pénéides est marqué par plusieurs stades distincts (**Tableau I**) rencontrant une variété d'habitats. Les juvéniles souvent préfèrent les eaux saumâtres d'estuaire et de lagunes côtières tandis que les adultes se rencontrent en mer ouverte à des hautes salinités et une profondeur plus élevée. Les stades larvaires font parties du riche plancton des eaux de surface en mer avec une migration vers les côtes dès que leur développement le permet. L'accouplement et le transfert du spermatophore ont lieu juste avant la ponte pour les pénéides à thélycum ouvert, mais plusieurs jours ou semaines avant la ponte dans le cas d'espèces à thélycum fermé.
Pendant la ponte, les œufs et le sperme sont simultanément libérer de la femelle pendant qu'elle nage. La fécondation est externe, le développement se passe dans la colonne d'eau.

Ce projet est financé par l'Union européenne

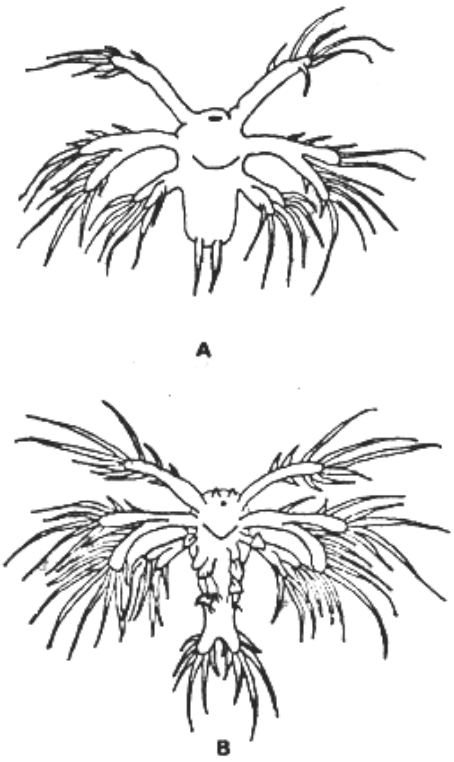
Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Tableau I : Principaux stades, alimentation et comportement des pénéides.

STADES	ALIMENTATION PRINCIPALE	COMPORTEMENT
Œufs	-	Tendance à se déposer sur le fond
Nauplii	Ses propres réserves (endogène)	Locomotion grâces aux antennes, planctonique
Protozoea	Phytoplancton	Planctonique, nage par les appendices céphaliques
Mysis	Zooplancton (artémia...)	Planctonique, nage verticale par les appendices du thorax
Post-larve	Zooplancton et postérieurement alimentation omnivore	Les premiers stades sont planctoniques, suivi d'une nage par les pléopodes

1.7 Stades larvaires

1.7.1 Stades Nauplii



Les nauplii éclosent dans une position repliée mais rapidement se redressent. Après quelques minutes elles commencent à nager, lentement. La nage est assurée par les trois paires d'appendices, faisant des « zig zag ». Les nauplii nagent brièvement puis s'arrêtent. Ils ont un comportement appelé phototropisme : nagent en direction de la lumière. Une rapide réponse des nauplii vers une source de lumière indique qu'ils sont en bonne santé.

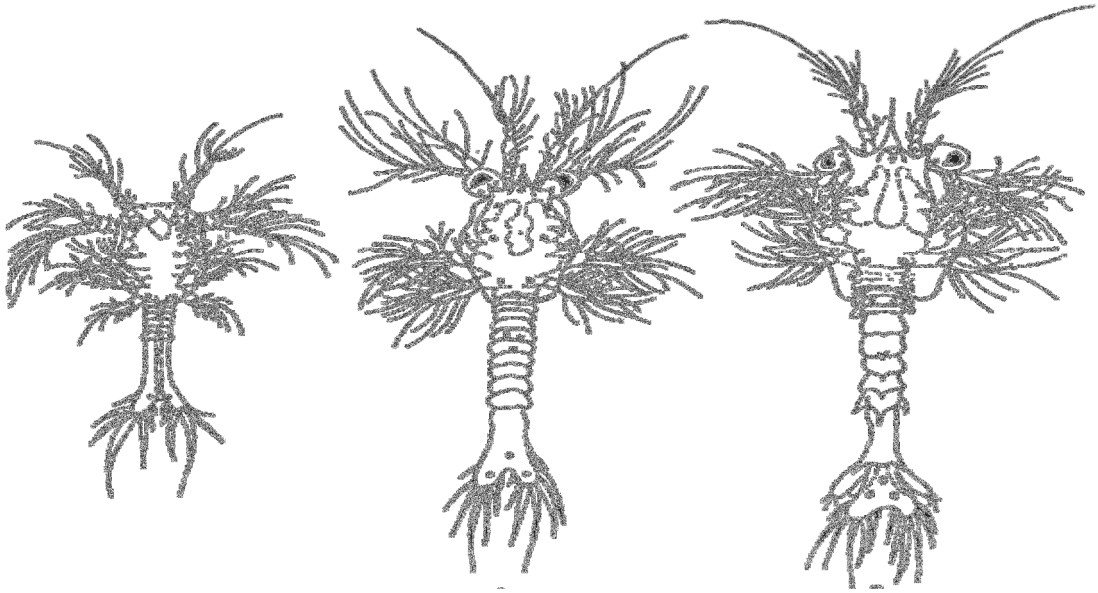
Le stade Nauplii peut se diviser selon les espèces en 5 à 6 sous stades d'une taille de 0,2 à 0,6 mm en fonction du développement des antennes, antennules, mandibules. Au stade Nauplii III, nous observons la segmentation du thorax et à partir du stade Nauplii IV apparaissent les appendices du céphalothorax (**Figure 9**).

Figure 9 : Stades Nauplii (A-Nauplii I, B-Nauplii V)

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

1.7.2 Stades Zoea



ZOEA I ZOEA II ZOEA III

Figure 10 : Les stades Zoea

Tableau II : Description des stades Zoea

Zoea 1	Zoea 2	Zoea 3
1. Longueur 0.86 -1.32 mm 2. Proéminence des yeux (points noirs) 3. Corps maigre, carapace distincte 4. Tractus digestif visible	1. Longueur 1.33 - 2.13 mm 2. Pédoncule oculaire présents 3. Rostre développé 4. Epines Supra orbitales développées 5. Segmentations abdominales apparentes	1. Longueur 2.14 - 2.70 mm 2. Segmentation abdominale distincte, épines dorsales et latérales présentes sur plusieurs segments. 3. Péréiopodes et Uropodes rudimentaires présents

Aux stades zoé (**Figure 10**) la nage est assurée avec les premières et secondes antennes comme au stade Nauplii mais elles sont maintenant aidées par un bon développement des premiers et seconds maxillipèdes. La nage est plus lente qu'au stade Nauplii, le mouvement est moins saccadé. La caractéristique de la larve Zoé est une alimentation continue. Nous pouvons observer le bon remplissage du tractus digestif.

Le **Tableau II** décrit les différents organes identifiables au microscope optique.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

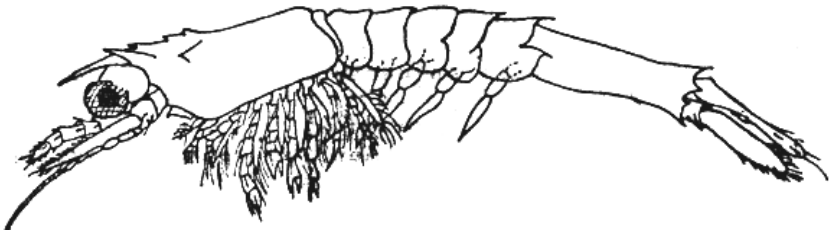
1.7.3 Stades Mysis

Mysis I (Figure 11)

1. Longueur 2.67 - 3.40 mm
2. Péréiopodes bien développés
3. Première et seconde antennes réduites
4. Uropodes bien développés
5. Apparition des pléopodes proéminente

Mysis II (Figure 12)

1. Longueur 2.99 - 3.90 mm
2. Pléopodes non segmentés



Mysis III (Figure 13)

1. Longueur 3.70 - 4.50 mm
2. Pléopodes développés, segmentés

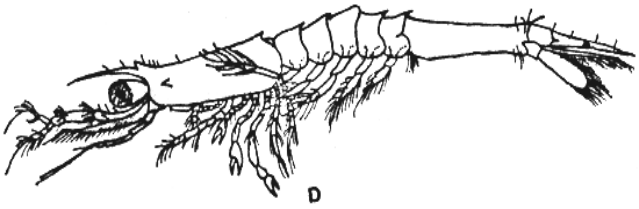
Figure 11 : Stades Mysis

Au stade Mysis, les antennes sont réduites et la nage devient une fonction des péréiopodes avec en aide la présence de trois paires de maxillipèdes Le corps est fléchi, avec la tête en bas faisant un mouvement vertical vers l'arrière. A ce stade, nous observons moins la tendance à l'attraction de la lumière.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

1.7.4 Stades Post-Larve



Très ressemblant par son aspect à la crevette juvénile ou adulte, la Post-Larve mesure entre 5 et 25 mm. Pendant les 4 ou 5 jours de vie Post larvaire, les animaux sont planctoniques. Les stades suivants, elles peuvent être observées sur les parois du bassin. Les pléopodes sont utilisés pour la nage (Figure 11).

Figure 11 : Post Larve

1.8 Le cycle de mue

Pour permettre sa croissance, la crevette doit périodiquement détacher son épiderme et sa cuticule externe, rapidement s'extirper de la rigide cuticule, se remplir d'eau pour confectionner sa nouvelle cuticule, un exosquelette flexible qui se durci rapidement par l'action de sels minéraux et de protéines. Le processus de la mue provoque une augmentation de la taille de l'animal discontinue. Chaque mue est caractérisée par une croissance verticale de la taille, l'eau est remplacée par des tissus et l'exosquelette se durci. Ce mécanisme est régulé par des hormones, *ecdystéroides*.

La période de mue est critique car la crevette se retrouve sans protection. Elle est plus vulnérable à la prédation d'où une mortalité plus élevée au cours de cette période. La régulation ionique, l'absorption d'eau et la perméabilité des membranes sont perturbées.

Du fait d'un exosquelette rigide composé de 70 à 85 % de chitine, la croissance est discontinue, rapide et extensive au moment de la mue, résultant d'une entrée massive d'eau. La mue peut s'effectuer sans gain de poids. La plupart des phénomènes physiologiques (osmorégulation, respiration, nutrition) sont liés au processus de mue. Il est donc essentiel dès lors que l'on mesure un paramètre physiologique de le situer par rapport au cycle de mue de l'animal. Il est par ailleurs considéré que la phase d'inter mue correspond à une phase de stabilité physiologique.

Deux types de facteurs influent le cycle de mue :

- Les facteurs internes correspondant à l'espèce, l'âge, le sexe, le stade de développement, les hormones (ex. Molt Inhibiting Hormon ou MIH), etc.
- Les facteurs externes correspondant à la température, la lumière, la salinité, la captivité, le parasitisme, etc.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Les stades du cycle de mue des crevettes pénéides se déroulent comme suit :

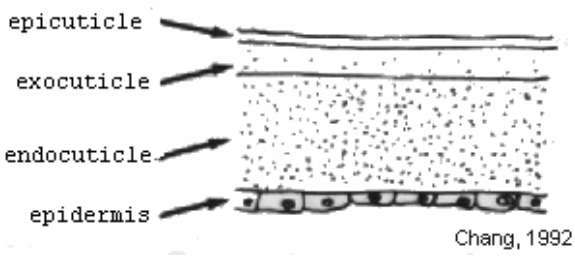
1.8.1 Post-mue

Chang, 1992

La post mue est le stade suivant l'exuviation. L'augmentation du volume d'hémolymphe due à l'influe d'eau agrandie l'exosquelette. Après quelques heures, le nouvel exosquelette se durci et maintient sa rigidité. Immédiatement après la mue, seulement sont présentes les couches de l'épicuticule et de l'exocuticule.

Ensuite, l'épiderme commence à sécréter l'endocuticule. Une grande partie de la cuticule est dérivée de produits stockés dans l'épiderme, comme l'alimentation ne commence pas tant que les crevettes entrent en phase d'inter-mue. Cette sécrétion se poursuit en inter-mue, jusqu'à ce que les trois couches soient complètement synthétisées.

1.8.2 Intermue

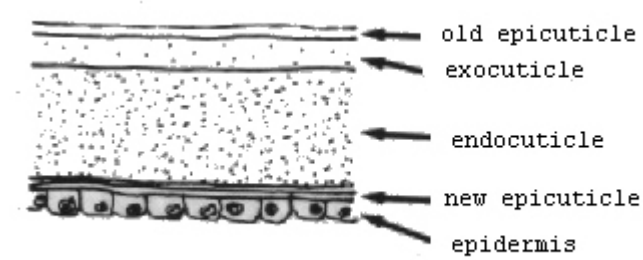


Chang, 1992

Pendant l'inter-mue, l'exosquelette devient beaucoup plus dur à travers la couverture minérale et protéique. L'exosquelette est relativement fin comparé aux crabes et aux langoustes. Le volume de la crevette augmente de 3 à 4 %. Cette augmentation peut être causée par l'extension des connections inter segmentaire de l'abdomen. L'animal s'alimente.

1.8.3 Pré-mue (ou *proecdysis*)

La pré-mue est caractérisée par la séparation de l'ancien exosquelette de la sous-couche épidermique. L'ancien exosquelette est partiellement réabsorbé, les réserves énergétiques provenant des glandes de l'intestin sont mobilisées. La pré-mue débute avec une augmentation de la concentration en « hormone de mue » dans l'hémolymphe.



Chang, 1992

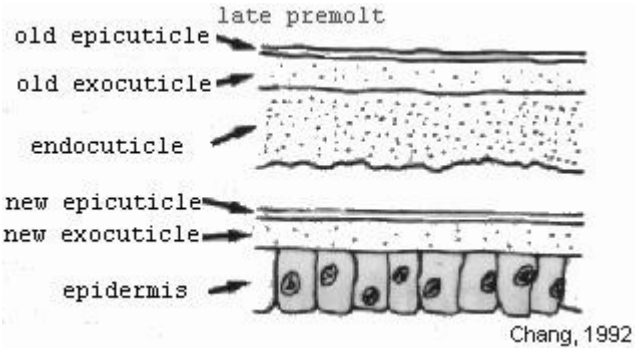
La première indication que la crevette est entrain d'entrer en mue est le retrait de l'épiderme provenant de l'ancienne cuticule. Plus tard, l'épiderme commence à hypertrophier ses cellules, qui paraissent tenir un rôle de stockage en s'accumulant. L'épiderme commence à sécréter un nouvel épi-cuticule et exo-cuticule.

L'alimentation diminue et a complètement arrêté par la fin du *proecdysis*. Les réserves doivent être suffisantes pour la synthèse de la cuticule et palier à la période de non-alimentation.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

1.8.4 La mue (*ecdysis*)-exuviation



La mue en tant que stade ne dure seulement que quelques minutes. Elle débute avec l'ouverture de l'ancien exosquelette à la jonction du thorax et de l'abdomen ; la mue est complète lorsque l'animal s'échappe du confinement.

1.9 La respiration

La fonction respiratoire assure le transfert d'O_2 et de CO_2 entre le milieu ambiant et la cellule. L'accessibilité permanente à l'oxygène, à des pressions partielles bien définies, est vitale pour les cellules. Du milieu ambiant jusqu'à la cellule, le flux d'oxygène dépend de gradients successifs de pression et des débits d'eau ventilés. En ce qui concerne les animaux aquatiques exploités en aquaculture, cela suppose des facultés d'adaptation à des conditions d'oxygénation très variables dont les limites sont atteintes lorsque la quantité d'oxygène disponible devient trop faible.

Le système respiratoire est organisé sous forme de branchies. Il est contenu dans deux cavités branchiales qui assurent sa protection et la circulation de l'eau. Les branchies des crustacés sont des expansions tégumentaires dont les cavités sont remplies d'hémolymphe. Les crevettes pénéides telles que *P. notialis* et *P. kerathurus* possèdent des dendrobranchies réparties dans deux chambres branchiales disposées de part et d'autre du céphalothorax. Outre leur rôle respiratoire les branchies interviennent également dans le contrôle de la composition ionique de l'hémolymphe.

1.10 L'osmorégulation

La capacité d'osmorégulation (OC) correspond à la différence entre l'osmolarité de l'hémolymphe et celle du milieu extérieur. La capacité de régulation en milieu hypo-osmotique (hypo CO) et la capacité de régulation dans un milieu hyper-osmotique (hyper CO) font donc respectivement référence à l'OC au-dessous et au-delà du point iso-osmotique. L'osmolarité de l'hémolymphe et du milieu est exprimée en mosM Kg^{-1}. L'hémolymphe peut être hyper osmotique, hypo osmotique ou iso osmotique selon la salinité du milieu. Chaque espèce a un point iso osmotique caractéristique. Le point iso-osmotique de l'espèce *Farfantepenaeus brasiliensis* a été décrit à 794 mosM kg^{-1} dans un milieu d'environ 25 ppt. Il est compris entre 676.8–700.7 mosM Kg^{-1} dans un milieu de 23.7‰ à 24.6‰, pour des juvéniles de *L. stylirostris* à 28°C avec des croissances optimales et un stress réduit. Chez divers crustacés décapodes a été établie une corrélation entre la tolérance à la salinité et le pouvoir d'osmorégulation pendant l'ontogénèse, ceci en relation avec les adaptations aux diverses conditions environnementales.

Cette tolérance implique un mécanisme biologique propre aux organismes aquatiques : l'osmorégulation. Il s'agit du transport actif des ions Na^+/K^+, par des pompes électro-géniques localisées au niveau des membranes cellulaires (principalement des branchies), dont l'activité est ATP-dépendante.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

L'activité de cette enzyme augmente avec le développement des post larves chez *P. japonicus* ainsi qu'avec leur transfert en milieu hypo-osmotique. La capacité d'osmorégulation des crevettes pénéides est considérée totalement développée à partir du stade PL10 (environ 20 jours de développement depuis l'éclosion). Avant le stade PL10, il existe une stratégie intermédiaire entre l'osmoconformation et l'osmorégulation. Cela nous permet de dire, en ce qui concerne le pouvoir d'osmorégulation, qu'il n'est pas nécessaire de maintenir des larves au-delà du stade PL10 dans les conditions salines contrôlées de l'écloserie. Par sécurité, les tests de stress sont couramment réalisés au stade PL15. Un test de stress de salinité effectué avant le stade PL10, refléterait la condition générale des organismes alors qu'aux stades avancés, il dépend spécifiquement de la capacité d'osmorégulation.

2. Installation d'une ferme de production intensive

2.1 Le choix des sites de production

L'élevage de crevettes est fortement soumis aux conditions environnementales naturelles des sites de production. Ces conditions vont influencer sur les performances de croissance des crevettes, sur la réalisation des ouvrages de production, les choix techniques et les coûts.

2.1.1 Les conditions de l'environnement

Tableau III : Conditions thermiques et précipitation à Kribi-Cameroun (source : climatedata.eu).

	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Dec.
Moyennes élevée (°C)	30	30	30	30	29	28	27	27	27	28	29	29
Moyennes basses (°C)	24	23	23	23	23	23	22	22	23	22	23	23
Précipitation (mm)	67	89	181	230	299	262	137	220	**505**	**496**	192	62

La température :
Les poissons et les crustacés sont poïkilothermes, cela signifie que leur température corporelle est la même que la température de l'eau qui les entourent. La température de l'eau change au cours de la journée et des saisons ainsi la température des poissons et crustacés change fréquemment. *P. notialis* est rencontré dans des températures variant entre 26 et 30°C. Les extrêmes physiologiques se situent à 20°C et 34°C.

Globalement, pour l'élevage de crevettes tropicales, la température de l'air optimale est de **30°C**. Comme nous pouvons l'observer dans le **Tableau III**, les températures moyennes à Kribi et plus généralement sur le littoral camerounais se situent proches de 25°C sur l'ensemble de l'année. Les moyennes minimales autour de 22-23°C indiquent une variation journalière assez importante entre les heures chaudes et la nuit.
Facteur de croissance, ces variations de températures doivent être minimisées. En effet, les petits bassins d'élevage intensifs sont couverts d'une structure de type serre pour les protéger des impacts de la température ambiante et des intempéries.

Ce projet est financé par l'Union européenne
Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

La pluviométrie et la salinité de l'eau :

Le Cameroun est marqué par une saison pluvieuse importante d'Août à Octobre. Ces précipitations ont un impact sur la désalinisation des eaux côtières. Le terme de salinité rend compte du total de la concentration de tous les ions dans l'eau. La salinité peut être reportée en milligramme par litre mais plus communément en eau à forte concentration en sels minéraux la salinité est exprimée en « parts per thousand » (ppt) ou gramme par litre. La salinité est une des causes de la migration des crevettes recherchant des eaux plus salines.

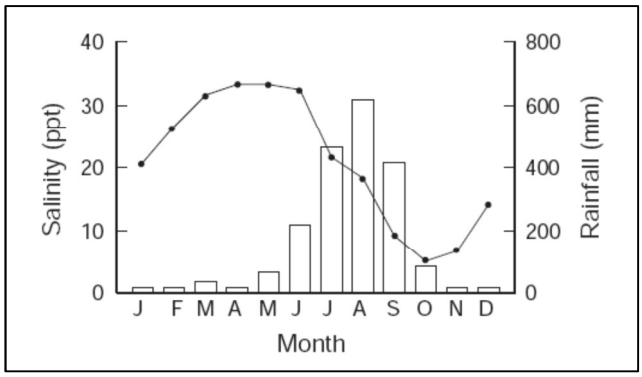


Figure 13: Interaction entre la pluviométrie et la salinité en région tropicale (Boyd, 1990).

La salinité peut varier de 30 à 10 ppt au cours de l'année dans la région de Kribi (observation AQUASOL). L'impact est également présent au niveau des fleuves côtiers, la remonté d'eau salée variant au cours des saisons (études en cours). La désalinisation est problématique pour l'écloserie de crevettes, l'optimum pour l'éclosion des œufs se situant autour de 25 ppt pour *P. notialis* (AQUASOL). Les juvéniles et sub-adultes vivants en estuaires, lagunes ou mangroves sont ceux qui supportent les plus grandes variations de leur milieu de vie. La majorité des fermes de grossissement de crevettes se situe proche des embouchures, les optimums de croissance de étant compris entre 15 et 25 ppt selon les espèces. C'est-à-dire que la concentration saline du milieu est proche de l'hémolymphe des crevettes. L'adaptation des crevettes à différentes salinités permettra d'étendre les zones propices à l'élevage. Le mécanisme physiologique impliqué se nomme l'osmorégulation. Il s'agit du transport actif des ions Na+/K+, par des pompes électro-géniques localisées au niveau des membranes cellulaires (principalement des branchies), dont l'activité est ATP-dépendante.

Les vents :

Le Cameroun est une zone géographique relativement calme par l'absence de grand vent de type typhon ou cyclone. Cela est un avantage important pour les structures de production. Cependant, il convient de prendre en compte les vents plus importants sur la côte lors de l'orientation et de la couverture des bassins.

Les courants et les marées :

Les courants sont importants pour la conception durable des ouvrages hydrauliques. Par exemple, les courants provoquent localement des variations de hauteur de sable sur les plages impactant pour l'enfouissement des drains de pompage sous sable. Par ailleurs, les horaires d'amplitude de marée indiqueront le moment le plus propice pour le pompage de l'eau lors des remontés d'eau saline dans les fleuves. Les courants influent également sur l'orientation de la prise d'eau et des rejets pour permettre un maximum de dilution dans le milieu. Les bassins doivent se situer au-dessus de la zone intertidale afin de pouvoir vidanger à tout moment et éviter les inondations.

Le pH de l'eau :

Le pH indique la concentration en ions H+, c'est à dire si l'eau est acide ou basique. Il est conditionné par la respiration produisant du CO_2 et la photosynthèse consommatrice de CO_2. Le pH optimum est entre 7,5 et 8,5 malgré que la crevette soit tolérante à des pH acides (>7). L'ion Calcium est associé

Ce projet est financé par l'Union européenne

avec les ions bicarbonates et carbonates. Quand les ions carbonates augmentent à une certaine concentration, relativement insoluble, ils se précipitent. La précipitation du carbonate de calcium modère le pH. Des valeurs de pH supérieures à 9 peuvent apparaître encouragées par la photosynthèse dans les eaux à fortes concentrations de calcium.

La concentration en oxygène :
Conditionné par la respiration, la photosynthèse et la dégradation de la matière organique constituant la demande biologique en oxygène (DBO), la quantité d'oxygène dissout est essentielle pour la vie de l'ensemble des organismes. La concentration en oxygène dissout dans l'eau est fondamentale. Inférieur à 3,5 ppm, la concentration en oxygène provoque une forte mortalité en cultures. Une diminution de ce paramètre peut changer le comportement de l'animal. La consommation en oxygène augmente lorsque la température de l'eau augmente par une plus forte bio-activité des animaux. Parallèlement l'oxygène se dissout de moins en moins dans cette même eau. La répartition de la consommation d'oxygène par jour dans un bassin de crevettes serait à hauteur de 70% en faveur de la respiration des micro-organismes et du phytoplancton dispersé sur le sol, 15% aurait lieu dans le sol et seulement 8% de la consommation totale est prélevée par la population de crevette. Les débris en décomposition sur le sol et la matière organique non utilisé peuvent provoquer une importante diminution de la concentration en oxygène dans les eaux de fond. En cas d'anoxie, la crevette a un comportement initial d'hyperactivité avec une nage en surface et des sauts, puis devient rapidement léthargique.

L'ammoniaque :
C'est le produit de la dégradation des protéines rejeté par les organismes aquatiques. L'ammoniaque est comprise dans 40 à 90% des excrétions azotés des crustacés. Les conséquences pour les crevettes exposées à un taux trop élevé d'ammoniaque, sont une irritation des branchies, une tolérance plus faible à un bas taux d'oxygène et aux maladies. Nous pouvons ajouter une croissance diminuée et un taux de conversion alimentaire plus élevé. Les valeurs normales limites sont de : 0.7 mg NH_4-N/1, 1.0 mg NO_2-N/1, 0.75 mg NO_3-N/1.

Topographie et bathymétrie :
Ces critères sont d'une grande importance dans l'installation de fermes importantes d'élevage. Dans le cadre de petites structures intensives sur des surfaces réduites, nous devons également les considérer pour les niveaux de fond des bassins et le volume de terre utilisable pour la confection de digues par technique de « déblais-remblais » ou bien le choix de bassins totalement « hors-sol ». Une zone plane permettra de faciliter l'aménagement des infrastructures.
Le relevé topographique précisera la surface d'exploitation disponible et permettra la planification des aménagements et l'éventuel terrassement.

Les caractéristiques du sol :
La pédologie du sol permettra de savoir la texture, c'est-à-dire les proportions en sable, limon et argile. Selon les granulométries, certains sols conviennent mieux à la construction de digues. Généralement, il est conseillé un sol argileux contenant 20 à 30% de sables ou de limons. Les structures intensives seront pourvues d'un plastique de 0,5 à 1mm d'épaisseur ou bien d'un ciment afin de limiter l'érosion des digues et les impacts physico-chimiques du sol dans l'eau ainsi que l'accumulation de boues toxiques sur le fond lors de l'élevage.
Les zones sableuses sont contraintes à des structures d'élevage avec des fondations en béton. Les sols de mangroves comportant un pH acide provenant de l'oxydation des sulfures de fer sont déconseillés.

Ce projet est financé par l'Union européenne
Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

2.1.2 Les contraintes logistiques

Accessibilité :
La première contrainte réside dans l'accessibilité au site de production pour l'acheminement de matériaux et intrants ainsi que pour la commercialisation des produits. Les structures intensive familiales se situeront relativement proches des agglomérations et seront accessibles par des pistes en toute saison.

Infrastructures :
L'élevage intensif nécessite un accès à l'énergie électrique pour le fonctionnement d'aérateurs ou soufflantes dans les bassins. En l'absence du réseau général, l'étude devra comporter des solutions alternatives tels que l'énergie solaire où éolienne. Un puits peut être nécessaire pour l'accès à l'eau douce pour l'entretien. A proximité d'une agglomération, il sera plus facile d'acheminer les produits vers des lieux de stockages frigorifiés pour la vente ou bien la transformation.

Main d'œuvre :
L'élevage intensif à l'avantage de procurer des emplois permanents mieux rémunérés contrairement à l'élevage extensif où une main d'œuvre non qualifiée est nécessaire essentiellement lors des récoltes. Cependant, cela impose la présence 24h/24 d'une main d'œuvre qualifiée pour répondre aux exigences de production (nourrissage, pompage et contrôles des paramètres de l'eau…). La construction d'un petit logement pour le gardiennage est nécessaire.

L'accès au foncier :
L'élevage de crevette doit principalement être vulgarisé avec les populations locales côtières ayant un accès direct à des espaces propices à l'élevage. Cependant, il conviendra de prendre contact avec les autorités afin de respecter la réglementation en vigueur pour l'utilisation des espaces maritimes (zones protégées, bande littorale…).

2.2 Besoins en infrastructures

Les besoins en infrastructures varient en fonction de la méthode d'élevage : extensif, semi-intensif ou intensif. Dans le cadre de la mise en place de petites unités de production rentables sur des espaces réduits, le système intensif sera le plus approprié (**Tableau IV**).

Tableau IV : Les différents systèmes d'élevage de crevettes.

Technique	Densité d'élevage (crevette/m2)	Taille des bassins (hectare)	Rendement final (tonne/ha/an)	Aération (cv/ha)
Extensif	0,5 à 1	0,5 à 20	0,1 à 0,5	Non
Semi-intensif	5 à 15	2 à 10	2 à 4	Non
Semi-intensif amélioré	15 à 40	2 à 4	6 à 12	5 à 10
Intensif	15 à 50	0,1 à 1	10 à 20	10 à 20
Hyper-intensif	50 à100	0,1 à 0,5	20 à 40	>20

Ce projet est financé par l'Union européenne
Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

2.2.1 Installation des bassins

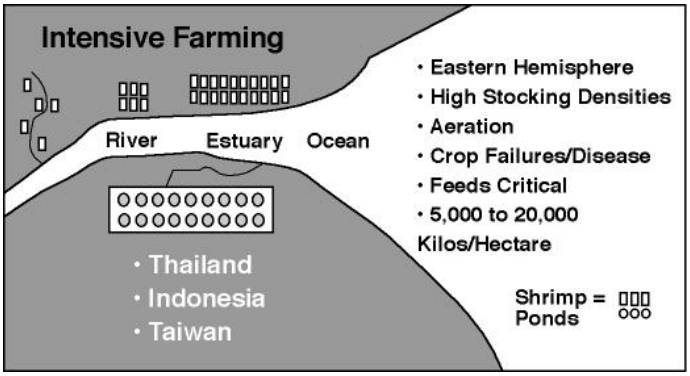


Figure 14 : Représentation schématique de la disposition de fermes intensives.

La **Figure 14** représente les principales caractéristiques de l'installation de fermes intensives. A l'image du développement de ces fermes en Thaïlande, les bassins de production sont de petites tailles très variables de 500 m² à 1 ha au maximum. Les dimensions des bassins sont à adapter selon les sites de production pour obtenir une rotation avec minimum trois bassins. La stratégie est d'ensemencer et récolter un ou plusieurs bassins chaque mois et effectuer plus de 2 cycles par an/bassin.

Les bassins situés au-dessus du niveau haut de la mer sont rempli par des pompes de surfaces de type centrifuge et la vidange est effectuée au moyen d'un moine ou d'une tuyauterie puis canalisée. Les bassins munis d'un revêtement plastique ou liner assurent un nettoyage complet et rapide pour démarrer un nouveau cycle rapidement après la pêche. La profondeur des bassins est d'environ 120 cm pour permettre une bonne pénétration de la lumière dans l'eau et la prolifération de phytoplancton. L'aération des bassins avec soufflante ou aérateur de surface « paddle-wheel » (10 à 20 HP/ha) permet un courant concentrant les matières organiques afin de faciliter leur évacuation ainsi qu'une légère pente sur le fond vers l'évacuation. Une structure de type serre est associée aux bassins afin de maintenir des températures d'eau de 29-30°C.

A B

Figure 15: Ferme intensive industrielle au Pérou (A) et à échelle familiale en Equateur (B).

Bassins de production adaptés au Cameroun :

Au Cameroun, nous pouvons noter la disponibilité des matériaux suivants pour la réalisation de bassins :

- Sable de rivière, graviers, fer à béton et ciment pour la réalisation de fondations, ou de bassin en béton,
- Bois tropical (padouk, azobé…) résistant à l'eau pour la réalisation des parois, charpente pour la serre…
- Bâche de type « camion » pour l'étanchéité de petits bassins pouvant se souder,

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

- Plastique agricole noir de type polyane pour le revêtement de bassins avec digues,
- Plastique transparent pour la serre,
- Tuyauterie PVC pression.

Nous pouvons ainsi envisager la construction de bassins circulaires jusqu'à 100 m^3 hors sol, en béton exclusivement, ou bien « mixte » avec une fondation en béton, des parois en planches et une bâche type camion (Figure 16). Pour des unités de plus grandes dimensions, des piscines rectangulaires seront privilégiées en formant des digues par technique de « déblais-remblais » à l'image de ce que l'on rencontre en Asie (Figure 17).

Figure 16: Bassin de pré-grossissement 35 m^3 couvert en construction mixte au Cameroun.

Figure 17: Exemple de piscine intensive de production de crevettes au Viet Nam.

L'expérience au Cameroun a permis d'établir une première étude des coûts pour la confection d'un bassin de 27 m^2 (**Tableau V**). Les coûts restes indicatifs car ils peuvent être variables en fonction des sites compte tenu des transports dans des zones plus ou moins éloignées et de la variation régulière des prix. Une contrainte importante réside dans l'accès à l'énergie pour le fonctionnement de la structure de production. Les zones Péri-urbaines bénéficient d'une proximité relative à l'électricité. Il faut malgré tout envisager un relais par groupe électrogène en cas de délestage. Des zones isolées comme souvent c'est le cas en élevage de crevettes sont à ce jour difficile pour la mise en place de structures familiales intensives. Une opportunité selon les espaces à disposition serait de démarrer avec une structure semi intensive utilisant une motopompe thermique pour le renouvellement d'eau. Le développement de l'énergie solaire est à l'étude et pourra constituer une solution alternative à l'intensification de la production dans les zones dépourvu d'électricité.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Tableau V : Devis estimatif bassin en béton/planche 27m²

Désignation	Quantités/bassin	Prix unitaire	TOTAL
Fondation en béton			
Ciment Cimencam 50 kg	5	4 850	24 250
Camion Sable gros grains	1	12 000	12 000
Camion Sable de rivière	0,5	20 000	10 000
Sachet Sikalite	5	1 500	7 500
Brouette de Graviers Concassé	5	5 000	25 000
Fer de 8 mm	6	2 900	17 400
Fer de 6mm	2	1 500	3 000
Rouleau Fil d'attache	1	1 500	1 500
Lattes	1	2 000	2 000
Contre Plaqués	4	4 000	16 000
5kg de Pointes 80	1	1 000	1 000
3kg de Pointes de 5	1	1 000	1 000
		Main d'Œuvre	**30 000**
		Sous Total	**150 650**
Paroi en Planches			
Planches brutes de 400x30x4 cm	10	6 000	60 000
Usinage	10	2 500	25 000
		Sous Total	**85 000**
		Transport total	**20 000**
		TOTAL	**255 650**

Tableau VI : Investissements pour une ferme produisant 4 tonnes/an (CFA)

Désignation	Prix par unité	Quantités	Total
Bassins d'algues et artémia	100 000	2	200 000
Bassins de pré-grossissement	255 000	3	765 000
Bassins de grossissement	400 000	3	1 200 000
Bâche agricole	60 000	7	420 000
Pompe	380 000	2	760 000
Soufflante 1 kW	800 000	2	1600 000
Groupe 2 KVA	200 000	2	400 000
Bouteille d'oxygène	140 000	1	140 000
Substrats aquatiques	200	84	4 200
Vannes et tuyaux	300 000	1	300 000
Matériel d'analyses	500 000	1	500 000
Main d'œuvre	200 000	1	200 000
Autres	200 000	1	200 000
Total			6 654 200
Total bassin (amorti sur 10 ans)			2 165 000
Total autres (amorti sur 4 ans)			4 489 200

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Cette liste de matériel est en cours d'étude afin de déterminer les meilleures solutions techniques et énergétique. Plusieurs solutions sont désormais à l'étude. L'oxygénation des bassins présentant la consommation énergétique la plus importante, nous recherchons des systèmes pouvant s'adapter sur batteries rechargeables par le courant continu ou le photovoltaïque.

2.2.2 La station de pompage

La station de pompage doit être dimensionnée en fonction du volume d'eau nécessaire journalier afin d'optimiser les coûts de fonctionnement. Généralement pour des petites structures intensives, des pompes de surfaces de type centrifuge sont suffisantes. Elles permettent le pompage de volumes de 20 à 500 m^3/h avec des moteurs thermiques (motopompes) ou électriques. L'avantage est que le génie civil est réduit car un petit abri est suffisant. Les paramètres à considérer pour le choix d'une pompe seront :

- Le débit désigné par la lettre « Q » exprimé en m^3/h
- La hauteur géométrique (Hg) en mètre qui désigne la hauteur verticale entre les deux niveaux,
- Les pertes de charges linéaires et singulières,
- La hauteur manométrique totale (HMT) qui est la somme de la hauteur géométrique et des pertes de charge,
- La NPSH, Charge nette à l'aspiration absolue, fournit par le constructeur.

Une caractéristique particulière sera la résistance des matériaux de la pompe à la corrosion par l'eau salée. Il faut par exemple éviter le fer provoquant des rejets d'oxydes de fer dans l'eau. Pour les plus petits volumes, des pompes électriques de types piscine avec le corps en PVC sont idéales. Des motopompes sont également composées de matériaux résistants utilisés dans les domaines liés aux hydrocarbures.

Figure 18: Pompe de type piscine LOWARA 20m^3/h (source : AQUASOL)

2.2.3 Les aérateurs

Les aérateurs sont propres aux structures de type intensives. Ils permettent d'augmenter le taux d'oxygène dissout dans l'eau disponible par les crevettes et ainsi augmenter les densités en élevage.

Les aérateurs de surface à pâles:
Ces aérateurs sont les plus répandu en élevage de crevettes. Ils sont robustes et peuvent être électrique ou bien connecté à un moteur thermique. Ils sont constitués d'un axe horizontal entraîné par un moteur et un réducteur. Le tout est fixé sur un châssis muni de flotteurs. Les pales sont situées en extrémité et sont parfois doublées. Ils ont une excellente efficacité et sont très robustes. Coût indicatif : entre 300 et 600 Euros suivant la provenance pour un aérateur de 2cv pour 1000 m^2.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Figure 19: Aérateur à pâle ou « paddle wheel ».

Les soufflantes :

Les soufflantes ou « blower » injectent directement des importants volumes d'air à basse pression dans les bassins. Leur rendement énergétique est intéressant pour des bassins atteignant jusqu'à 500 m². Dans ce cas, une tuyauterie avec une perforation fine est installée sur le fond des bassins pour favoriser le contact entre les bulles d'air et l'eau. Des systèmes de type air-lift peuvent être associé pour obtenir un courant d'eau régulier.

2.2.4 Logistique

Les différentes unités logistiques seront une base vie afin de permettre la présence du personnel en permanence (logement, sanitaires…) et l'accès à la nourriture, un bureau, un local pour la conservation de carburant pour le groupe électrogène ou la motopompe, le tableau énergétique. Un local de conditionnement est nécessaire pour conserver les aliments au sec et à l'abri du soleil de même que les engrais ou amendements chimiques.
Un congélateur sera nécessaire pour conserver de la glace pour la récolte des crevettes avant l'expédition ou la vente directe sur place. Un véhicule de transport peut être nécessaire pour les livraisons.

2.3 Qualité de l'eau et traitements

2.3.1 Filtration

Le pompage de l'eau peut être associé à une filtration grâce à un drain enfoui sous le sable ou le gravier filtrant l'eau avant son arrivée à la pompe. Cela évite la mise en place de bassins ou système de sédimentation. De plus à la sortie des bassins, des poches de filtration de 50 µm peuvent être installées pour limiter les sédiments fins.

2.3.2 Management des paramètres physico-chimiques de l'eau

L'objectif est d'assurer la meilleure qualité d'environnement pour réduire le stress des crevettes en élevage. Lorsque les crevettes sont soumises à de mauvaises conditions de qualité d'eau ou de nutrition, leurs fonctions immunitaires sont réduites et les maladies sont favorisées.

Tableau VII: Les paramètres de l'eau à contrôler en élevage.

Paramètres	Concentration Optimale
Température	30°C
Salinité	15-30 ppt
Oxygène dissout	>4 mg/l
pH	7,5-8,5
Ammoniaque	<0,15 mg/l
Nitrite	<4,5 mg/l
Sulfure d'Hydrogène (H_2S)	<0,1 mg/l

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Oxygène dissout :

Le tableau ci-dessus rassemble les principaux paramètres de l'eau à contrôler régulièrement en élevage. Des sondes multi-paramètres permettent d'effectuer ces mesure rapidement afin d'anticiper la dégradation du milieu d'élevage. Le taux d'oxygène doit être relevé deux fois par jour car il est conditionné par le flux d'arrivé d'eau, le fonctionnement mécanique des aérateurs ainsi que la production naturelle d'oxygène par la photosynthèse du phytoplancton pendant les heures de jour. La nuit, la photosynthèse laisse place à la respiration ce qui peut provoquer une chute du taux d'oxygène et du pH (formation d'acide carbonique) dans l'eau en cas de bloom important de phytoplancton.

Ce dernier peut mourir provoquant une prolifération d'algue en décomposition et de bactéries hétérotrophes consommatrices d'oxygène. La concentration à saturation dans l'eau de l'oxygène à 30°C est d'environ 7 mg/l.

pH et Alcalinité :

Le pH toléré par les crevettes est compris entre 6,5 et 8,5. 7 correspond à un pH neutre. Les variations de pH s'observent entre le jour et la nuit, la production de CO_2 dissout dans l'eau formant de l'acide carbonique (H_2CO_3) étant plus important la nuit par absence de photosynthèse diminuant le pH. Les ions bicarbonates (HCO_3^-) et carbonate (CO_3^{2-}) constituent des tampons contre les variations de pH à travers l'équation chimique suivante :

$$CO_2(gas) \rightleftharpoons CO_2(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{-2}.$$

Composés Azotés :

Les composés azotés sont dans un cycle permanent, soit produits, convertis ou consommés dans l'environnement du bassin. Ces composés azotés proviennent principalement de la digestion des protéines de l'aliment apporté aux crevettes issu de farine de poisson, tourteau de soja…Ces protéines sont utilisées par les crevettes puis excrétés sous forme d'ammoniaque. Au cours de la nitrification, l'ammoniaque est convertie en nitrite par des nitrosomonas puis nitrate par des nitrobactéries.

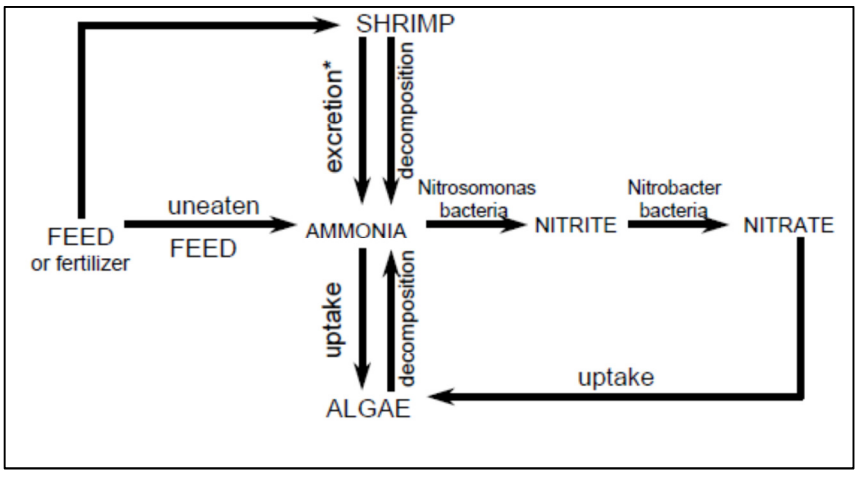


Figure 20: Cycle de l'azote dans les bassins de crevettes.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

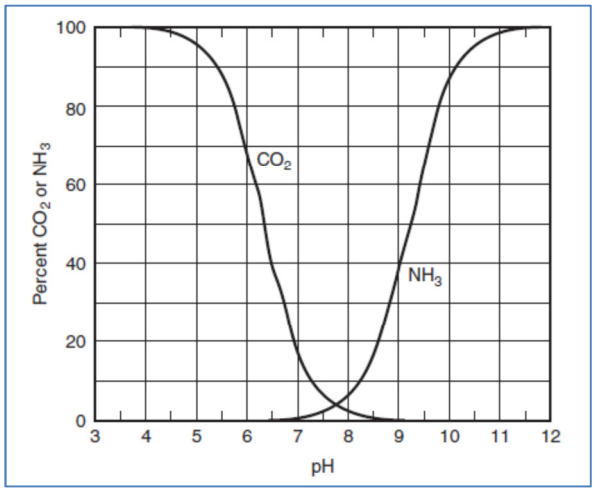


Figure 21: La dépendance du pH au pourcentage du carbone inorganique (CO_2), et le pourcentage de l'azote ammoniacal (NH_3) à 25°C.

L'ammoniaque est présent sous deux formes, ionisé (NH_4^+) qui est non toxique et de forme toxique non-ionisé (NH_3). Un pH élevé favorise la proportion de NH_3 (Figure). L'ensemble des deux composés forme l'azote ammoniacal total (TAN).

2.4 Facilité de gestion des bassins

Après chaque cycle de production, il convient de procéder au nettoyage et à la désinfection des bassins. Les bassins en ciment, comportant une bâche ou plastique sont rincés et frottés avec un détergent pour extraire les algues filamenteuses et la matière organique grasse sur les parois. Ces bassins peuvent être ensuite désinfectés avec l'eau de javel (chlore) puis laissés séchés aux rayons du soleil. Ils sont rapidement remis en eau ou bien ombragés pour éviter l'impact fort du soleil sur le plastique.

3. La production

3.1 Origine des Post Larves

Au cours du développement de l'élevage de crevettes dans le monde, l'origine des Post Larves s'est basée sur le fonctionnement d'écloserie à partir des années 1980. La collecte de Post Larves dans le milieu naturel est une pratique dépendante des saisons de reproduction et destructrice pour l'environnement. En effet, la pêche de larves provoque par la même occasion la destruction de tout type de larves de poissons ou autres organismes aquatiques. La mise en place de l'écloserie à Kribi doit permettre un approvisionnement régulier en Post Larves à partir de reproducteurs sélectionnés pour les paramètres de croissance, résistance aux maladies et absence de pathologies connues transmissibles verticalement.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

3.2 Transport et acclimatation des Post Larves

Les Post Larves venant de l'écloserie après la phase de la nurserie sont expédiés de deux manières possibles :

- En cuves par camion, approvisionné avec une bouteille d'oxygène sous pression de 12m^3,
- En sacs plastiques doublés résistants gonflés à l'oxygène (1/3 eau et 2/3 oxygène), puis ligaturés avec la fronde. Les sacs sont contenus dans des cartons pour un voyage aux heures plus froides du soir au matin,

La température de l'eau de transport peut être abaissée à 24°C afin de ralentir le métabolisme des crevettes.

Un sac contenant environ 10 litres d'eau peut concentrer 3 000 à 10 000 Post Larves selon la durée de transport. Un transport dépassant 2 à 3 heures de temps nécessite plus de précautions, réduire la densité de larves autant que possible, ajouter 1 gramme de nauplii d'artémia congelée et une poignée de charbon (rincé abondamment) est ajoutée afin de limiter la toxicité de l'ammoniac produit par le métabolisme des larves. Le charbon possède la propriété d'absorber les rejets azotés.

Figure 22: Acclimatation des larves à 24°C avec des sacs de glace dans 800 litres.

Préalablement au transfert des larves, la salinité des bassins de grossissement est communiqué afin d'acclimater pendant deux à trois jours les larves aux conditions des bassins. Lors de leur réception, les sacs de larves sont posés sur les bassins pendant 30 minutes à 1 heure pour éviter un choc de température. Les larves sont ensuite libérées délicatement. Dans le cas d'une cuve de livraison, les larves reçoivent progressivement de l'eau du bassin (20% du volume chaque 30 minutes).

3.3 La croissance

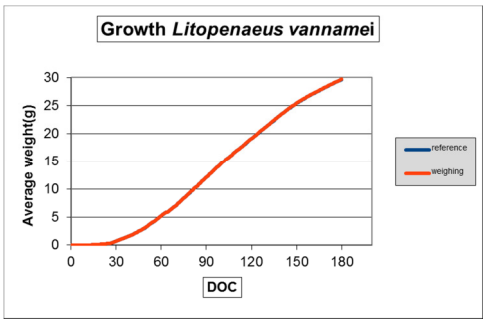


Figure 23: Croissance référence de la crevette P. vannamei.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Le Pré grossissement est une phase dans un bassin plus petit que le grossissement permettant un contrôle plus rigoureux de la survie, une meilleure répartition de l'alimentation et une rotation des structures plus importantes pour un meilleur rendement de l'espace de production. Les animaux atteignent une taille de 0,5 à 1,5 g ce qui assure une bonne survie pour le transfert en bassins de grossissement. Les bassins de pré-grossissement ne doivent pas être éloignés des bassins de grossissement pour faciliter le transfert « à sec » sinon en cuves. Le bassin est vidangé totalement et les crevettes collectées avec un filet à maille fine sans nœud pour éviter de blesser.

Le grossissement constitue l'étape finale dans des bassins unitaires de 300 à 1000 m². Ils seront plus souvent creusés avec des digues. Ces bassins sont équipés de moines pour l'évacuation de l'eau et la récolte vers un canal d'évacuation. Une rigole permettra l'approvisionnement de l'eau à partir de la pompe. Les crevettes achèveront leur croissance jusqu'à la taille commercialisable de 12 à 20g. Selon les performances, cette phase peut durer de 3 à 6 mois. Nous suivons l'évolution de la biomasse et de la qualité de l'eau pour déterminer la quantité d'aliment à distribuer et le taux de renouvellement d'eau.

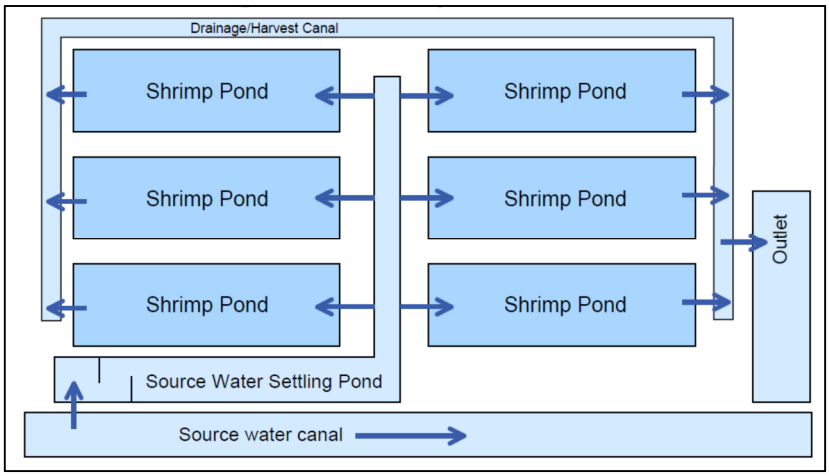


Figure 24: Installation des bassins et distribution de l'eau.

Le renouvellement de l'eau

Il s'agit du moyen le plus fort pour réguler les paramètres de l'eau et éviter l'accumulation de composés toxiques dans l'eau. Il peut compléter le siphonage des matières organiques réalisable directement dans les bassins de petites dimensions. L'entrée d'eau est munie d'une maille sous forme de « chaussette » pour limiter l'introduction de compétiteurs ou prédateurs. Le renouvellement d'eau est déterminé en fonction de la biomasse impactant sur les taux d'ammoniaques, de la turbidité, de la densité de phytoplancton (**Tableau VIII**).

Tableau VIII : Taux indicatif du renouvellement d'eau par jour en fonction de la biomasse.

Biomasse kg/ha	20	500	1000	2000	3800	4800	5500
% par jour	1,0	2,0	3,0	6,0	10,0	20,0	25,0

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

La fertilisation des bassins

La fertilisation des bassins a lieu deux à quatre jours avant l'ensemencement des crevettes. L'objectif est de permettre le développement des micro-organismes aquatiques, phytoplancton et zooplancton disponible directement pour l'alimentation des crevettes et la stabilité des paramètres de l'eau. Du calcium sous forme de chaux éteinte peut être ajouté pour élever le pH en cas d'acidité et ainsi encourager le développement du phytoplancton (1 kg pour 1000m²).

La fertilisation est la plus employée à travers l'utilisation d'urée (2 kg pour 1000m²) et de phosphate (100g pour 1000m²). La fertilisation organique est souvent un risque d'utiliser des sous-produits d'agriculture comme les fientes pouvant comporter des composants pathogènes si le compostage n'est pas bien réalisé.

Les Probiotiques

Les probiotiques sont des micro-organismes bénéfiques à l'élevage. Il peut s'agir de bactéries, de protozoaires, de levures, etc. Ils sont issus du milieu naturel et produits d'une manière intensive et contrôlé par une unité spécifique. Cette production biologique permet de lutter contre certaines pathologies infectieuses, améliorer la digestion et l'assimilation de l'aliment ainsi que la qualité de l'eau. Ils sont ensemencés au même moment que les larves dans les bassins.

Figure 25: Culture intensive de bactéries probiotiques en bouillon nutritif

4. L'alimentation

4.1.1 Biologie de l'alimentation

L'activité des crevettes est stimulée par de faibles concentrations de composants organiques. Ces composants incluent les protéines, les dérivés protéiques comme les acides aminés, l'ammonium sous forme de triméthylamine, les composants riches en acides gras insaturés et autres. Les structures sensorielles cuticulaires comme les cils, peuvent détecter ces substances en concentration très faibles (10-6 Molaire). Les structures sensorielles sont plus concentrées sur la partie antérieure du corps sur les antennules, la bouche, les pinces, les antennes et maxillipèdes. La vue n'est pas très développée chez les crustacés et n'apparaît pas un sens très utilisé pour la détection ou localisation de la nourriture.

La crevette rapidement fouille le substrat en utilisant les trois premières paires de périopodes. Une fois que la nourriture est localisée, elle est prise en charge par les périopodes qui la porte à la bouche. Les petites particules sont placées directement dans une cavité « pré-oral », alors que les plus grosses sont portées à la bouche par les troisièmes maxillipèdes. Les grains de sable et autres éléments inconsommables sont régurgités.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

La digestion préliminaire a lieu, après la nourriture est ingérée dans l'intestin antérieur ou estomac, où des enzymes s'additionnent, trituration et stockage des aliments ont lieu. L'alimentation chemine rapidement dans l'intestin antérieur. Partiellement digérée, l'alimentation passe dans l'intestin « midgut » ou glande digestive.
Celui-ci a une fonction double de sécrétion d'enzymes et d'absorption de l'aliment digéré. Les enzymes digestives sécrétées par le « midgut » comprennent des protéinases, carboxypeptidases, lipases, amylases, chitinase, et autres. Alors que la plupart des produits solubles de la digestion sont assimilés dans l'intestin-midgut, les éléments non digestibles passent à travers un simple intestin tubulaire-hindgut, rejetés en fécès.

Les crevettes sont connues pour ingérer une variété d'éléments et ont été décrites comme omnivores opportunistes extracteurs, mangeurs de détritus, carnivores et prédateurs. Des différences interspécifiques existent entre les stades des pénéides. Les post larves et les juvéniles consomment des détritus organiques agréger, des micro-algues, des macrophytes, nématodes, copépodes, larves de mollusques, etc.
Les crevettes sub-adultes et adultes se nourrissent de détritus organiques agrégés et de la microfaune associée (champignons, bactéries et protozoaires). La capacité à hydrolyser ces composants est rare parmi les invertébrés marins.

Les bactéries colonisent et décomposent rapidement les détritus marins et des écosystèmes saumâtres, et sont ainsi un important composant de la nourriture des crevettes. Les protozoaires sont d'importants consommateurs de bactéries dans la chaîne alimentaire planctonique, énergie à disposition pour les plus hauts niveaux trophiques. Une situation similaire se retrouve dans les sédiments et sur les agrégats de déchets, où les protozoaires (principalement les ciliés) sont d'importants consommateurs de bactéries. Ils sont présumés capables de synthétiser leur propre chaîne poly insaturé d'acides gras rendus disponibles par le régime alimentaire des crevettes.

4.1.2 Digestibilité

La digestion implique une action mécanique, la solubilisation et l'absorption des nutriments. Le profil du nutriment ou d'un ingrédient peut apparaître bien, mais s'il n'est digéré, absorbé ou utilisé, il apporte peu de valeur pour l'animal. Les crevettes ont besoin d'énergie pour leur croissance, l'activité musculaire et la reproduction. Le processus biologique de l'utilisation de l'énergie est appelé métabolisme, le taux d'énergie utilisé défini le taux métabolique. Le taux métabolique est influencé par des facteurs comme la température de l'eau, l'espèce, le stade de développement, l'âge, l'activité de l'animal et ses fonctions biologiques. D'autres paramètres comme la concentration en oxygène, en dioxyde de carbone, le pH et la salinité influence aussi le taux métabolique. Les crevettes sont connues pour avoir un plus faible besoin en énergie que les animaux terrestres. Cela est dû à plusieurs facteurs :

- La crevette ne doit pas maintenir une température corporelle constante,
- Elle a des besoins relativement faibles pour maintenir sa position et se déplacer dans l'eau,
- Elle privilégie l'utilisation de protéines comme source d'énergie et excrète la majorité des déchets azotés sous forme d'ammoniaque, d'urée ou d'acide urique. Peu d'énergie est perdue au cours du catabolisme des protéines et de l'excrétion des déchets azotés.

Ce projet est financé par l'Union européenne
Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

La crevette utilise les protéines, les lipides et les carbohydrates comme source d'énergie. Les protéines sont hautement digestibles par les crevettes, cependant une source énergétique non protéique doit être maintenue dans l'alimentation des crevettes.

Les protéines :
Les protéines sont de grandes et complexes molécules constituées d'acides aminés. 20 majeurs acides aminés forment la plupart des protéines. Les rôles et la taille des protéines diffèrent en relation leur contenance en acides aminés. Les protéines sont les majeurs constituants de la matière organique de certains tissus à hauteur de 65-75% de la matière sèche totale. Les animaux doivent consommer une alimentation protéique pour avoir un apport continu en acides aminés. Après l'ingestion, la protéine est digérée pour obtenir des acides aminés libres qui sont absorbés dans le tractus digestif de l'animal. Ceux-ci sont distribués aux divers organes et tissus pour synthétiser de nouvelles protéines. Une carence en protéine se traduit par une cessation de la croissance, suivie d'une perte de poids causé par une utilisation total des protéines pour maintenir les fonctions vitales de l'animal. D'autre part, si trop de protéines sont apportées dans la nourriture, seulement une part sera utilisée pour synthétiser de nouvelles protéines, et le reste sera converti en énergie ou excrété.

Le taux protéique

Les aliments destinés aux crevettes sont formulés pour contenir un haut taux de protéines. Cependant, c'est un des majeurs et le plus cher composant des aliments. Une réduction de la teneur en protéines ou l'utilisation de suppléments protéiques moins cher pourrait considérablement réduire le coût de l'alimentation. Le taux de protéines varie de 30 à 57% selon les espèces et le stade des crevettes. Les aliments Post-Larves ou des premiers stades de développement sont souvent plus riches en protéines que pour les crevettes ayant atteint un stade plus avancé.
Si le système de culture n'est pas totalement dépendant de l'alimentation commerciale et que l'alimentation naturelle est durable, le taux de protéines peut être réduit.

Les acides aminés

Il existe deux catégories d'acides aminés : les acides aminés essentiels (AAE) et non essentiels (AANE). Les AAE ne peuvent être synthétisés par la crevette ou à un taux trop faible pour assurer une bonne croissance. Ainsi, les AAE doivent être apportés par l'alimentation. D'autre part, les AANE sont synthétisés par l'animal en quantité suffisante pour une croissance optimale. Les acides aminés essentiels pour la crevette sont : la méthionine, arginine, thréonine, tryptophane, histidine, isoleucine, leucine, lysine, valine et phénylalanine. L'arginine et la Lépine seraient les acides aminés premiers limitant dans l'alimentation.

Les Lipides :
Les lipides sont le nom générique pour les composants insolubles gras de la matière vivante. Ils sont classifiés entre autres de graisses, phospholipides et stérols. Ils sont une source hautement digestible d'énergie et une source d'acides gras essentiels nécessaires pour une croissance normale et la survie de tous les animaux. Les lipides et plus particulièrement les phospholipides (composant des membranes cellulaires et des organes) et les stérols (synthèse des hormones stéroïdes) sont essentiels pour les fonctions métaboliques de la crevette et peuvent être vecteurs de l'assimilation de vitamines. Dans l'alimentation, les lipides ont aussi un rôle d'attractif et peuvent affecter la texture d'un aliment. 6 à 7,5% de lipides sont recommandé dans les aliments commerciaux de crevettes.

Ce projet est financé par l'Union européenne
Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Les acides gras

La majeure fonction des acides gras essentiels sont relié à leur rôle de composant des phospholipides permettant la flexibilité et la perméabilité des membranes biologiques dans les transports cellulaires et l'activation de certaines enzymes.

Quatre acides gras longs poly insaturés (AGLPI) sont considérés comme essentiels pour la crevette :

Acide linoléique (18 :2n6)
Acide linolénique (18 :3n3)
Acide Eicosapentanoïque (20:5n3, EPA)
Acide decosahexanoique (22:6n3, DHA).

Cholestérol

Beaucoup de stérols sont des composants essentiels de différentes hormones (pour la mue par exemple) et de la vitamine D. Composant des membranes ayant des fonctions dans l'absorption et le transport des acides gras, le cholestérol est considéré comme un nutriment essentiel dans l'alimentation. Les huiles d'invertébrés marins, calmar, crabes sont d'excellentes sources de cholestérol.

Les vitamines :

Les vitamines sont des composants organiques complexes nécessaires pour une croissance normale, des métabolismes tels que l'immunologie et la reproduction. En système de culture extensive, avec une alimentation naturelle, elles peuvent être suffisamment abondantes. En système intensif avec une plus haute densité d'animaux, l'alimentation naturelle est limitée donc les vitamines doivent être ajoutées dans l'alimentation pour une croissance normale. Il existe 11 types de vitamines solubles et 4 vitamines non solubles identifiées requises par la crevette.

Les aliments commerciaux de crevettes sont généralement sur fortifiés en vitamines, élément coûteux. L'apport supplémentaire en vitamines peut être à hauteur de 15% du coût total de l'aliment. Plusieurs raison expliquent cela :

- Maintenir une réputation et une qualité de l'aliment par une assurance de sa teneur en vitamines face aux faibles connaissances sur les réels besoins de la crevette en vitamines,
- Les crevettes sont de « petits mangeurs » et le granulé peut rester dans l'eau plusieurs heures,
- Une sur concentration en vitamine permet notamment aux vitamines solubles de rester à un taux acceptable,
- Les vitamines sont détruites au cours de la confection des aliments et du stockage (oxydation, moisissures…). Les facteurs antinutritionnels de certains nutriments réduisent ou interfèrent avec les fonctions des vitamines.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Acide Ascorbique-Vitamine C

Soluble dans l'eau, l'acide ascorbique est un important antioxydant. La principale fonction de l'acide ascorbique la formation du collagène, un essentiel composant des tissus conjonctifs. L'acide ascorbique est aussi impliqué dans la synthèse d'hormones stéroïdes. Les symptômes de carence en vitamine C sont caractérisés par des lésions hémocytiques mélanisées dans les tissus conjonctifs (« mort noire »), réduction du taux de mue, couleur plus claire de l'hépatopancréas, faible croissance et mortalités.
L'acide ascorbique est rapidement oxydé au cours du stockage de l'aliment (50% par mois) et du processus de l'aliment. Les formes encapsulées (silicone- gélatine) sont marginalement meilleures. Le besoin en Vit C par les crevettes est de 30-80 mg/kg. Cependant le taux de supplément en acide ascorbique dans l'aliment de crevette varie selon les formes de l'acide et le stockage de l'aliment, 100 mg/kg d'aliment pour l'acide ascorbique stabilisé et 1000 mg/kg pour la forme encapsulée.

Vitamine E
La vitamine E est appelé alpha-tocophérol, il s'agit d'un antioxydant soluble dans les graisses ayant pour fonction la protection des lipides et des membranes biologiques de l'oxydation. La vitamine E aide à protéger le contenu des acides gras polyinsaturés (AGPI) dans l'aiment. Sa déficience provoque une réduction de la croissance, une dépigmentation et des tissus graisseux. Les sources de vitamines E inclus le son de riz, graine de cotons, Il est recommandé un taux supplémentaire de vitamine E dans les aliments commerciaux de 300 mg/kg.

Les minéraux :
Ils sont environs 20 éléments inorganiques reconnus jouant une fonction essentielle dans le corps. Certains sont nécessaires à des quantités considérables, les macroéléments ; tandis que d'autres sont requis en plus faibles quantités, les oligo-éléments. Les macros éléments inclus le calcium, le phosphore, potassium, magnésium, sodium, chlore et sulfure. Les oligo-éléments sont le fer, le cuivre, le zinc, le manganèse, le cobalt, sélénium et l'iode. Les minéraux sont des constituants de l'exosquelette, ils jouent un rôle important pour la balance osmotique, comme constituant structurels des tissus et pour la transmission nerveuse et la contraction musculaire. Ils sont connus comme activateurs d'enzymes, et sont présents dans les vitamines, les hormones et les pigments. Comme beaucoup d'animaux aquatiques, la crevette peut absorber ou excréter les minéraux directement dans l'environnement aquatique via les branchies et la surface corporelle. De plus, le besoin en minéraux et largement dépendant de la concentration minérale de l'environnement aquatique dans lequel se trouve la crevette.

Le calcium
Le calcium (Ca) est un minéral essentiel utilisé pour la formation des tissus squelettiques. Chez la crevette, la grande majorité du calcium est rencontré dans l'exosquelette. Le calcium est aussi essentiel pour la coagulation du sang, l'activation des enzymes, la contraction musculaire et la perméabilité cellulaire ; le calcium est connu pour être essentiel à l'absorption de la Vitamine B_{12}. L'environnement de l'élevage de la crevette généralement a une haute concentration en calcium qui est directement absorbé par la crevette. Par ailleurs, le calcium dans l'aliment a besoin d'être géré pour maintenir un ratio calcium/phosphore de 1/1 à 1,5/1. Le calcium ne devrait pas excéder 2,3 % dans l'aliment et serait minimisé.

Le phosphore
Une grande partie du phosphore total corporel est associé avec le calcium pour la formation de l'exosquelette. Le phosphore sert dans beaucoup de métabolismes, composant essentiel des phospholipides, des acides nucléiques, phosphoprotéines, composant hautement énergétiques

Ce projet est financé par l'Union européenne
Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

(ATP), coenzymes. C'est un important tampon pour maintenir le pH des fluides intra et extra cellulaire. Le phosphore peut être absorbé directement à partir de l'environnement aquatique, cependant ses concentrations sont généralement limitées. Les sources de phosphore sont graines de cotons, chaire de crabe, de poissons, krill, son de riz, chair de crevettes, chair de calmar, son et levures de blé. Le taux dans l'aliment doit être d'environ 1,5%, et respecter le ratio Ca/P.

Sodium, potassium et chlore

Le Sodium (Na), potassium (K) et le chlore (Cl) sont rencontré dans les fluides et les tissus minces du corps. Ils jouent un rôle régulant la pression osmotique et la balance acides-bases. Ils ont une importante fonction dans le métabolisme d'échange d'eau. Les sources de sodium incluent la farine de coton, poisson, son de riz, farine de soja, son et levures de blé Les sources de chlore incluent la chaire de crabe, farine de poisson, et de crevettes. Les taux recommandés de sodium et potassium dans les aliments commerciaux sont de 0,6 % et 0,9% respectivement.

Magnésium

La distribution du magnésium est identique à celle du phosphore avec une majorité rencontré dans l'exosquelette. Présent dans de nombreuses enzymes, il est impliqué pour les réactions enzymatiques des protéines, lipides, le métabolisme des carbohydrates, réactions nerveuses, musculaire et de l'osmorégulation. Les sources de magnésium incluent la farine de crabe, de coton, krill, son de riz et de blé, chair de crevettes. Le magnésium peut être supplémenté sous forme de sulfate de magnésium à un taux de 0,2% dans l'aliment commercial.

Soufre

Le soufre est utilisé par les protéines lorsqu'elles sont sous la forme d'acides aminés, méthionine et cystine. Il est contenu dans la farine de poisson, de cotons, farines de colza et levures.

4.1.3 Utilisation d'un aliment

Pour les filières semi-intensives et intensives, l'utilisation d'un aliment composé est obligatoire pour obtenir des croissances et des survies satisfaisantes. Mais l'utilisation d'un aliment composé ne suffit pas pour obtenir des résultats corrects en termes de croissances et de survie, pour cela différents facteurs rentrent en jeu tels que :

- la formulation de l'aliment et la qualité des ingrédients,
- la méthode de fabrication et les caractéristiques physiques, du granulé,
- la manipulation et le stockage,
- la méthode et le régime de distribution,
- l'environnement aquatique et la production naturelle.

Dans les exploitations de moyennes dimensions, il est envisageable de fabriquer son propre aliment comme il se fait couramment en Asie du sud-est. L'approvisionnement et le coût des ingrédients deviennent les éléments déterminants pour décider de faire son propre aliment. Il est fabriqué chaque jour et distribué sous une forme humide, son stockage ne peut se faire que s'il est séché.

La distribution de l'aliment est faite quotidiennement à la main ou avec un distributeur automatique en fonction de la superficie du bassin. La répartition est importante afin d'éviter des accumulations de granulés qui ne seront pas consommés. Le contrôle de la consommation se fait à partir de "mangeoires " qui sont réparties tout autour du bassin.

La distribution de l'aliment est faite de deux à quatre fois par jour dans le but de fractionner la quantité journalière pour améliorer la consommation. La distribution le soir ou de la nuit est la plus importante étant donné que les crevettes ont un comportement nocturne. La quantité à distribuer quotidiennement sera calculée en fonction du poids moyen et du nombre de crevettes dans le bassin. D'autres paramètres interviennent dans la quantité à distribuer tels que les périodes de mues, les conditions climatiques et bien entendu les paramètres physico-chimiques du bassin (taux d'oxygène, d'ammoniac …).

La granulométrie de l'aliment est importante car elle doit être adaptée à la taille des crevettes afin que celles-ci puissent ingérer facilement les granulés. Il existe des granulés pressés et des granulés obtenus par extrusion. Le second principe est habituellement plus performant grâce à la texture des granulés (notamment les amidons qu'ils contiennent) qui ralentissent le transit et permettent une digestibilité plus complète. Les granulés obtenus par extrusion ont une tendance à flotter, il faut donc régler les températures et les temps de passage dans la machine pour obtenir des granulés suffisamment compacts pour qu'ils coulent. Les crevettes se nourrissant sur le fond du bassin, il est nécessaire de leur distribuer un granulé qui ne flotte pas. Un granulé obtenu par extrusion aura une meilleure tenue à l'eau d'autant plus que la formulation va contenir des liants naturels ou chimiques. Cette tenue à l'eau est importante pour laisser le temps aux crevettes de consommer tout l'aliment : un granulé doit pouvoir rester dans l'eau pendant 60 mn sans présenter de gonflements ni de pertes de matières.

Le taux de conversion :
Il exprime la quantité d'aliment nécessaire à la production de biomasse de crevettes. Un taux de conversion final de 1,8 :1 (soit 1,8 kg d'aliment pour 1 kg de crevettes) est une moyenne qu'il faut chercher à atteindre. Toutefois, des taux de conversion plus bas peuvent être obtenus par un meilleur contrôle de l'alimentation (voir les mangeoires) et surtout par une bonne gestion de la qualité de l'eau. Des taux de 1,2 à 1,4 :1 sont obtenus dans des conditions exceptionnelles mais à l'opposé, il est possible d'avoir des taux supérieurs à 2,5 voire 3 ou 4 :1 dans des conditions d'élevages qui se sont dégradées au cours de la production. La rentabilité de la production est directement liée au taux de conversion final puisque l'aliment intervient pour 35 à 40% dans le coût de production des crevettes. Au-delà de 2,5 :1 la rentabilité devient aléatoire.

Tableau IX : Table d'alimentation indicative.

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

Day	Feeding Type	Survival Rate (%)	Size (gm)	Total Biomass (kg)	Feeding Rate % of	Feed Allotment for 10 days (kg)	Cumulative (kg)	FCR
PL_{15}		100	0.02			7.0		
1-10	F_1	90	0.55	24.75	7.0	17.33	17.33	0.70
11-20	F_1	86	1.30	55.90	5.0	22.36	39.69	0.71
21-30	F_1	84	2.88	120.96	5.0	60.48	100.17	0.83
31-40	F_2	81	5.30	214.65	5.0	107.33	207.50	0.97
41-50	F_2	79	8.20	323.90	4.0	129.56	337.06	1.04
51-60	F_2	78	11.95	466.05	4.0	186.42	523.48	1.12
61-70	F_3	77	15.95	614.08	3.0	188.22	711.70	1.16
71-80	F_3	77	20.35	783.48	3.0	235.04	946.74	1.21
81-90	F_3	76	24.80	942.40	2.5	235.60	1182.34	1.25
91-100	F_4	76	30.10	1143.80	2.5	285.95	1468.29	1.28
101-110	F_4	75	33.60	1260.00	2.0	252.00	1720.29	1.37
111-120	F_4	75	36.35	1363.13	2.0	272.63	1922.92	1.41

Feed Type:

F_1=1.0-2.0 mm crumble

F_2=2.0x4.0 mm pellet

F_3=2.5x5.0 mm pellet

F_4=2.5x7.0 mm pellet

Ce projet est financé par l'Union européenne

Projet mis en œuvre par Guillaume Gaudin

ANNEXE 2

Liste Bibliographique

ACP FishII. 2011. Structuration des moyens intra- institutionnels (privés et publics) et des relations inter- institutionnelles aux niveaux national et international dans la filiere crevetticole au Cameroun. Union Européenne, 190p.

ACP FishII. 2012. Projet de développement de la pénéiculture communautaire a l'IRAD-AQUASOL SA au Cameroun : vulgarisation des résultats Union Européenne, 54p.

ACP FishII. 2013. Développement de la pénéiculture communautaire au Congo : étude de faisabilité et identification des sites propices , 67p.

AQUACOP (1977) [Observations sur la maturation et la reproduction en captivité des crevettes Peneides en milieu tropical]. *In: 3.Meet.on Mariculture of the Working Group of the International Council for the Exploration of the Sea; Brest (France); 10 May 1977,*4, 157-178.

Browdy, C. L. &Samocha, T. M. (1985) Maturation and Spawning of Ablated and Nonablated Penaeus Semisulcatus, de Hann, 1844. *Journal of the World Mariculture Society,***16,** 237-249.

Brummett R.E., Lazard J., Moehl J. 2008. African aquaculture: Realizing the potential. *Food Policy*, **33**(5) : 371-385.

Chamberlain, G. W. & Lawrence, A. L. (1981) Maturation, reproduction, and growth of Penaeus vannamei and P. stylirostris fed natural diets. *Journal of the World Mariculture Society,***12,** 209-224.

CSAO. 2006. Etude régionale relative aux opportunités économiques de développement de la crevetticulture en Afrique de l'Ouest. Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest, Cooperation économique Sud/Sud, 55 p.

Defoirdt, T., Boon, N., Bossier, P. &Verstraete, W. (2004) Disruption of bacterial quorum sensing: An unexplored strategy to fight infections in aquaculture.*Aquaculture,*240, 69-88.

Defoirdt, T., Boon, N., Sorgeloos, P., Verstraete, W., and Bossier, P.,(2007).- Alternatives to antibiotics to control bacterial infections: luminescent vibriosis in aquaculture as an example,- Trends in Biotechnology, Vol. 25(10), 472-479.

Defoirdt, T., Sorgeloos, P. & Bossier, P. (2011) Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture.*Current Opinion in Microbiology,*14, 251-258.

FAO (2007).Improving Penaeus monodon hatchery practices. Manual based on experience in India. In: FAO Fisheries Technical Paper.No.446.Rome, FAO, 101 p., -101.

FAO. 2012. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2012. Rome, 261 p.

Gaudin, G., Motto,I., Makombu, J., Njifondjou, O., Mialhe, E. 2013. Native Shrimp Cultured In Cameroon. *Global Aquaculture Advocate.*48-49.

Primavera, J.H. 1993.A critical review of shrimp pond culture in the Philippines. Reviews in Fisheries Science 1:151–201.

Zmora O., Shpigel M. 2006. Intensive mass production of Artemia in a recirculated system.*Aquaculture*, **255** : 488-494.

ANNEXE 3 : Personnes présentes à l'atelier de validation

PROJET CA-3.1-B12b

Développement de la pénéiculture familiale au Cameroun : Formation des jeunes aquaculteurs de la région de Japoma dans l'élevage familial des crevettes.

Atelier de restitution - Liste de personnes présentes				
NOM	**PRENOM**	**FONCTION**	**TELEPHONE/EMAIL**	**SIGNATURE**
Dr BOUBA	Samuel	MINEPIA/Point Focal ACP FISH II	99 85 57 61 boubasamuel2002@yahoo.fr	X
Dr ONANA	Joseph	Chef de Centre CERECOMA-Kribi	99 79 56 39 onanajo2003@yahoo.fr	X
S.M. MADIBA SONGUE	Salomon	Président AQUASOL SA	99 97 11 80	x
Dr EKAMBI	Guillaume	Administrateur AQUASOL SA	99 00 39 89	X
NKONGHO	Geneva	Chercheur CERECOMA Kribi	75 33 65 82 geneva.ojong@yahoo.com	x
GHEPDEU	Gisèle	Chercheur CERECOMA Kribi	74 02 40 25 ggiseleflodore@yahoo.fr	x
MOTTO	Isabelle	Chercheur CERECOMA Kribi	97 22 27 74 mottoallohisa@yahoo.fr	x
DICKA KWAMBE	Emmanuel	Forestier CERECOMA Kribi	99 30 69 31	X
SIANI	Alex	Technicien CERECOMA	99 27 17 25	x
PEH	Celestin	Participant formation	55 08 20 38	x
NKAKE	Jacques	Participant formation	99 85 89 50	x
NDOUMBE	Aristide	Participant formation	96 32 30 28	x
BOBOUAM	Didier	Participant formation	94 94 66 98	X
MPONDO	Simon	Participant formation	96 19 16 99	x
SONGUE	Ferdinand	Participant formation	97 38 16 10	X
MAWEL	Janvier	Participant formation	55 81 20 55	X
NDJE	Aubin	Participant formation	74 54 04 03	X
SOCKE	Roger	Participant formation	94 47 83 01	X
EYOMBWAN	Bruno	Participant formation	79 17 11 69	X
BELONIA	Jean Baptiste	Etudiant Institut des Sciences Halieutique	94 72 06 18	X
TEKOU	Karine	Etudiant Institut des Sciences Halieutique	79 29 73 82	X
MVOGO	ISSAC	Etudiant Institut des Sciences Halieutique	97 45 49 73	x

ANNEXE 4

ACP FISH II – RENFORCEMENT DE LA GESTION DES PECHES DANS LES ETATS ACP
9 ACP RPR 128

UNITE DE FACILITATION REGIONALE - GABON - AFRIQUE CENTRALE
PROJET CA-3.1-B12b

TERMES DE REFERENCE

Intitulé du Projet	**Développement de la pénéiculture familiale au Cameroun : Formation des jeunes aquaculteurs de la région de Japoma dans l'élevage familial des crevettes.**
Pays bénéficiaire	République du Cameroun
Activité dans le Plan d'Action	Activité CA-3.1-B12b
Superviseur administratif	Unité de Coordination du Programme ACP Fish II Avenue de Tervueren 36 1040 Bruxelles
Superviseurs Techniques	• DPA (Direction des Pêches et de l'Aquaculture) du Cameroun • URF (Unité Régionale de Facilitation) du Programme ACP Fish II pour l'Afrique Centrale)
Informations générales et justification du projet	A l'image de nombreux pays d'Afrique Central et d'Afrique de l'Ouest, le Cameroun est en forte insuffisance de production halieutique (140 000 tonnes) et aquacole avec seulement 340 tonnes de poissons d'eau douce issues d'aquaculture. Le Cameroun importe 130 000 tonnes de poissons (maquereaux principalement) et plus de 90% des crevettiers industriels ne débarquent pas au Cameroun, mais plutôt au Nigéria et au Togo principalement. En effet l'agrément sanitaire ne permet plus au Cameroun une exportation de ses produits de pêche vers l'Union Européenne. La production halieutique de crevettes au Cameroun est très en baisse alors que les pêcheurs artisans subissent fortement une surpêche avec un impact économique et social sur les familles. Pour remédier à cette situation, le Cameroun s'est lancé en 2010 dans l'expérimentation de l'élevage des crevettes, avec l'aide de l'entreprise AQUASOL SA basée à Kribi, en partenariat avec l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) du Cameroun. Le projet ACPFISH II « *CA-3.1-A4 Développement de la pénéiculture communautaire à l'IRAD-AQUASOL SA au Cameroun : vulgarisation des résultats »* avait permis de former des encadreurs devant aider les jeunes pionniers à s'installer pour leur propre compte et créer des élevages pilotes de crevettes. Les premiers travaux en écloserie menés à Kribi dans une structure de l'IRAD (Centre Spécialisé de Recherche sur les Ecosystèmes Marins - CERECOMA), ont permis la production de larves de crevettes issues de reproducteurs sauvages pêchés dans la région, et la construction de bassins de grossissement pilotes pour une production à échelle familiale. Des essais d'élevage ont été menés avec succès

<table>
<tr><td></td><td>aussi bien à Kribi que dans un autre centre IRAD situé à Limbé dans la zone côtière. A ce jour, le projet d'élevage des crevettes entre dans une seconde phase comprenant entre autre la formation de jeunes producteurs pionniers pour l'élevage familiale de crevettes. Il s'agit de transférer les techniques de confection et de gestion des bassins et les bases de la production de crevettes. C'est dans cette démarche que le présent projet permettra d'appuyer le développement de l'élevage familial de crevettes au Cameroun.</td></tr>
<tr><td>Objectifs du projet</td><td>• Vulgarisation de l'élevage de crevettes au Cameroun ;
• Initiation et formation basique des aquaculteurs des villages du Canton de Japoma comme pionniers en élevage des crevettes.</td></tr>
<tr><td>Activités à réaliser par le Consultant</td><td>Le Consultant mènera les activités suivantes :
• Revue documentaire sur l'aquaculture et le développement et l'élevage de crevettes à petite échelle;
• Elaboration d'un manuel (fiches techniques) de production pour le grossissement de crevettes (mise en place de bassin, gestion technique et pratiques d'élevage);
• Elaboration du programme de formation (à valider par les responsables de l'IRAD) ;
• Identification et visites des sites acquis par les 10 futurs crevetticulteurs potentiels dans la région de Japoma;
• Formation théorique des futurs aquaculteurs de crevettes sur le terrain à Japoma ; voyage des participants à Kribi sur le site écloserie AQUASOL-IRAD pour (1) étude des techniques de production et (2) exécution du programme de formation pratique ;
• Rapports provisoire et final.

Nombre de jours alloués au Consultant en fonction des activités :
<table>
<tr><th>N°</th><th>Activités</th><th>Durée (jours)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Voyage international/régional</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Visites de prise de contact, présentation de la méthodologie et plan de travail</td><td>1</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Recherche et revue documentaire</td><td>2</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Réalisation du programme de formation en aquaculture pour les 10 participants :
• Formation théorique et visite des sites acquis par les participants (2 jours) ;
• Voyage à Kribi pour la formation proprement dite, sur les différents modules préparés, puis retour sur Japoma (6 jours)</td><td>8</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Préparation du rapport technique provisoire et distribution pour réaction (IRAD, MINEPIA, RFU/CU)</td><td>2</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Finalisation du Rapport Technique Définitif (RTD)</td><td>2</td></tr>
<tr><td></td><td>Durée totale (jours ouvrables)</td><td>15</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Résultats attendus	• L'élevage de crevettes au Cameroun a effectivement débuté; • Un Manuel est réalisé pour les premiers pas dans l'élevage des crevettes (construction des bassins, production d'aliments, démarrage et grossissement, conditions et pratiques d'élevage); • Les aquaculteurs de Japoma (minimum 10) sont formés aux pratiques basiques de l'élevage de crevettes.
Qualifications et Expérience professionnelle du Consultant	• Diplôme de niveau supérieur en aquaculture ; • Bonne maîtrise du français et aptitude à la rédaction des rapports ; • Un minimum de 3 ans d'expérience dans les domaines de la pénéiculture, et compétence à réaliser les tâches décrites dans les TDR ; • Connaissance dans le domaine de la formulation des aliments formulés à base des produits locaux ; • Expérience dans l'évaluation technique et économique des systèmes aquacoles de production; • Connaissance du contexte national du secteur aquacole, l'expérience de travail avec les autorités en charge de ce secteur étant un avantage.
Lieu du projet et voyages	Le lieu d'affectation est Douala au Cameroun, et la mission s'effectuera dans la région littorale (village de JAPOMA et Kribi)**.** Des voyages à l'intérieur du pays sont donc nécessaires.
Date de début et durée du projet	Juillet 2013. Le projet sera exécuté pendant 15 jours ouvrables dans un intervalle de temps ne dépassant pas 3 mois.

<table>
<tr><td>Rapports techniques</td><td>
<table>
<tr><td>Rapport méthodologique préliminaire (RP)</td><td>Plan de travail et validation du plan par l'UFR et la DPA (Direction des Pêches et de l'Aquaculture) du Cameroun;
Documents préparés par le Consultant sur les modules de formation théorique et pratique :
Fiches techniques (Manuel pour la mise en place des bassins, les pratiques d'élevage, la gestion technique des aliments etc.);
Programme des visites des sites des futures fermes aquacoles et du Centre Aquasol/IRAD etc.</td><td>Au plus tard 7 jours après l'arrivée de l'expert dans le lieu d'affectation pour la première fois.</td></tr>
<tr><td>Rapport Technique Final provisoire (RTFP)</td><td>Prise en compte de tous les commentaires et observations émis sur le Manuel par l'UFR et la DPA ;
Description des réalisations notamment la tenue de l'atelier de formation y compris les problèmes rencontrés pendant son déroulement.</td><td>Au plus tard 10 jours après la tenue de l'atelier de validation
(Commentaires et observations attendus de l'UFR et DPA sur le document produit)</td></tr>
<tr><td>Rapport Technique Final (RTF)</td><td>Prise en compte de tous les commentaires et observations émis sur le document par l'UFR et la DPA ; accompagné du rapport technique final (RTF), du rapport financier, du rapport de vérification des dépenses et d'une facture finale.</td><td>Après réception de l'approbation du Rapport Technique Final (RTF), et au plus tard 10 jours après le RTFP.</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Format du Rapport Technique Final</td><td>Format
MS Word Style
Pages numérotées
Structure
Les pages de titre au format du model fourni, Table des matières, Liste des annexes, Liste des tableaux, Liste des graphiques, Liste des photos (si nécessaire), Abréviations et acronymes
Résumé (1 à 2 pages),
Rapport principal (maximum 20 pages)
Conclusions et recommandations (chaque recommandation doit être précédée d'une conclusion), émanant du rapport principal
Annexes</td></tr>
</table>

	• Annexe 1 : Termes de référence • Annexe 2 : Programme et personnes rencontrées (contacts inclus) • Annexe 3 : Manuel de formation • Annexe 5 : Autres produits techniques si nécessaire Les modèles des rapports techniques sont disponibles sur le site Internet du Programme ACP FISH II http://acpfish2-eu.org/index.php?page=templates&hl=fr.
Coûts estimés	**9.960 euros**. Bien vouloir noter qu'il s'agit ici d'un **montant global** comportant déjà les honoraires, les perdiems/DSA de l'expert et des participants, les voyages nationaux ou internationaux s'il y a lieu et les autres coûts accessoires (atelier de validation et autre).
Planning de paiement	Une avance de 40% pourra être payée à la signature du contrat pour appuyer les activités opérationnelles. Le reste sera payé après approbation du Rapport Technique Final, une fois que le Consultant aura soumis la facture finale accompagnée de 2 exemplaires du Rapport Technique Final à l'UC à Bruxelles, un exemplaire à l'UFR Gabon, 2 exemplaires à la Direction des Pêches et Aquaculture du Cameroun (MINEPIA) et 1 exemplaire à chacun des participants formés.
Localisation et voyages	L'étude va se dérouler au Cameroun pendant 15 jours ouvrables. Les missions de terrain se dérouleront à Douala –Japoma et à Kribi.